

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
OPE - ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE EMPRESA (ASPECTOS TÉCNICOS,  
JURÍDICOS Y ECONÓMICOS EN PRODUCCIÓN)

## Proyecto integral de gestión de residuos urbanos en el municipio de Sant Boi de Llobregat

Joaquín Bautista-Valhondo

OPE-WP.2014/13 ( 20141130 )  
(ISBN : 84-699-3911-4 / DL : B: 4.301-2001 )



**PROTHIUS**  
Càtedra Organització Industrial

<http://futur.upc.edu/10954555>

<http://www.prothius.com>

Edita: Joaquín Bautista

Primera edición Enero 2001

**Proyecto Integral de Gestión de Residuos Urbanos en el  
Municipio del Sant Boi de Llobregat.**

Imprime:

CPDA  
Diagonal, 647 (ETSEIB)  
08028 Barcelona

Depósito legal: B: 4.301-2001

I.S.B.N.: 84-699-3911-4

# ÍNDICE

Presentación	xxiv
Introducción	xxv
<b>PARTE I: El proyecto</b>	<b>1</b>
1. Introducción .....	3
2. Objetivos .....	7
3. La aplicación SIRUS .....	9
3.1. Selección de una zona geográfica	9
3.2. Localización automática de áreas de aportación	10
3.3. Captura de una distribución de áreas de aportación consolidada	11
3.4. Evaluación de una distribución de áreas de aportación	11
3.5. Distribución de contenedores en áreas de aportación	13
3.6. Captura de una distribución de contenedores consolidada	14
3.7. Evaluación de una distribución de contenedores sobre el territorio	14
4. Alcance .....	17
4.1. Aspectos científico - técnicos	17
4.1.1. Vertiente informática	17
4.1.2. Vertiente algorítmica	18
4.1.3. Incidencia de SIRUS en actividades de investigación	20
4.2. Aspectos económico - sociales	21
4.2.1. Planificación y programación del servicio de recogida de residuos	21
4.2.2. Servicio de información al ciudadano	22
4.2.3. Estandarización de sistemas	22
4.2.4. Reducción de costes y mejora del servicio	22
5. Actividades y financiación .....	25
5.1. Actividades	25
5.2. Financiación	27
5.3. Seguimiento	27
<b>PARTE II: Gestión de residuos urbanos</b>	<b>29</b>
6. Generalidades .....	31
6.1. Clasificación de los residuos	31
6.2. Tipos de residuos	33
6.3. Composición de los residuos municipales	33
6.4. Porcentajes de presencia	36
6.5. Pesos específicos	37
6.6. Cantidad de residuos generados anualmente	39

6.7. Cantidad generada de cada fracción	40
6.8. Volúmenes por habitante	41
7. Marco legal .....	43
7.1. Estudio de la normativa vigente	43
7.1.1. Introducción	43
7.1.2. Marco legal	43
7.1.3. Àrea Metropolitana de Barcelona	43
7.1.4. Gestión de los Residuos en el Àrea Metropolitana de Barcelona	44
7.1.5. Modelo de recogida en el PMGRM	45
8. Sistemas de recogida de residuos municipales .....	47
8.1. El servicio ofrecido	47
8.1.1. Fracciones recogidas	47
8.1.2. Grado de atención al cliente	48
8.2. Técnica adoptada para la recogida	48
8.2.1. Técnica "clásica" de camión – contenedor	49
8.3. Técnica de recogida subterránea	50
8.3.1. Técnica de recogida neumática	50
9. Sistemas de recogida en algunas localidades .....	51
9.1. Poblaciones catalanas	51
9.1.1. Barcelona	51
9.1.2. Sant Cugat del Vallés	53
9.2. Poblaciones estatales	54
9.2.1. Madrid	54
9.2.2. Valencia	55
9.3. Poblaciones europeas	55
9.3.1. Birmingham	56
9.3.2. Helsinki	56
9.4. Poblaciones norteamericanas	57
9.4.1. New York	57
9.4.2. Portland	59
<b>PARTE III: Sistema de recogida en Sant Boi del Llobregat</b>	61
10. El municipio .....	63
11. Sectorización del municipio .....	65
11.1. Sector 1 de Sant Boi de Llobregat	65
11.2. Sector 2 de Sant Boi de Llobregat	68
11.3. Sector 3 de Sant Boi de Llobregat	70
11.4. Sector 4 de Sant Boi de Llobregat	73

11.5. Sector 5 de Sant Boi de Llobregat	75
12. Análisis del sistema actual de recogida de residuos .....	79
12.1 El sistema de recogida de residuos	79
12.1.1. Servicio prestado	79
12.1.2. Técnica de recogida	80
12.2. Los residuos generados	80
12.3. Los recursos utilizados	83
12.3.1. Personal	83
12.3.2. Vehículos	84
12.3.3. Contenedores	84
12.4. Las baterías de contenedores	87
12.4.1. Baterías de rechazo	87
12.4.1.1. Baterías de rechazo en el sector 1	88
12.4.1.2. Baterías de rechazo en el sector 2	90
12.4.1.3. Baterías de rechazo en el sector 3	92
12.4.1.4. Baterías de rechazo en el sector 4	94
12.4.1.5. Baterías de rechazo en el sector 5	97
12.4.2. Baterías de papel y cartón	99
12.4.2.1. Baterías de papel y cartón en el sector 1	99
12.4.2.2. Baterías de papel y cartón en el sector 2	101
12.4.2.3. Baterías de papel y cartón en el sector 3	103
12.4.2.4. Baterías de papel y cartón en el sector 4	105
12.4.2.5. Baterías de papel y cartón en el sector 5	107
12.4.3. Baterías de vidrio	109
12.4.3.1. Baterías de vidrio en el sector 1	109
12.4.3.2. Baterías de vidrio en el sector 2	111
12.4.3.3. Baterías de vidrio en el sector 3	113
12.4.3.4. Baterías de vidrio en el sector 4	115
12.4.3.5. Baterías de vidrio en el sector 5	117
12.4.4. Baterías de envases ligeros	119
12.4.4.1. Baterías de envases en el sector 1	119
12.4.4.2. Baterías de envases en el sector 2	121
12.4.4.3. Baterías de envases en el sector 3	123
12.4.4.4. Baterías de envases en el sector 4	125
12.4.4.5. Baterías de envases en el sector 5	127
12.5. Los contenedores	128
12.5.1. Contenedores de rechazo	129

12.5.1.1. Contenedores de rechazo en el sector 1	130
12.5.1.2. Contenedores de rechazo en el sector 2	131
12.5.1.3. Contenedores de rechazo en el sector 3	133
12.5.1.4. Contenedores de rechazo en el sector 4	134
12.5.1.5. Contenedores de rechazo en el sector 5	136
12.6. Contenedores de papel y cartón	138
12.6.1. Contenedores de papel y cartón en el sector 1	139
12.6.2. Contenedores de papel y cartón en el sector 2	140
12.6.3. Contenedores de papel y cartón en el sector 3	142
12.6.4. Contenedores de papel y cartón en el sector 4	143
12.6.5. Contenedores de papel y cartón en el sector 5	145
12.7. Contenedores de vidrio	146
12.7.1. Contenedores de vidrio en el sector 1	147
12.7.2. Contenedores de vidrio en el sector 2	148
12.7.3. Contenedores de vidrio en el sector 3	149
12.7.4. Contenedores de vidrio en el sector 4	151
12.7.5. Contenedores de vidrio en el sector 5	152
<b>PARTE IV: Propuestas para el sistema de recogida de residuos</b>	<b>155</b>
13. Evolución de las necesidades de contenedores .....	157
13.1 Escenarios para la gestión de los residuos urbanos en el año 2.000	157
13.2 Necesidades calculadas para una gestión relajada	160
13.2.1 Contenedores	160
13.2.2 Camiones	161
13.3 Escenario JR: Escenario de la Junta de Residuos	161
13.3.1 Contenedores para el Escenario JR	162
13.3.2 Camiones para el Escenario JR	163
13.4 Escenario O: Escenario Optimista	166
13.4.1 Contenedores para el Escenario O	167
13.4.2 Camiones para el Escenario O	167
13.5 Escenario P: Escenario Pesimista	170
13.5.1 Contenedores para el Escenario P	171
13.5.2 Camiones para el Escenario P	171
14. Explotación de SIRUS en áreas del municipio .....	175
14.1 Aplicación 0	175
14.2 Procedimientos	176
14.3 Técnica de localización	177
14.4 Análisis de los resultados obtenidos	177

14.4.1	Análisis de la zona T36S1	177
14.4.1.1	Número de baterías necesarias	179
14.4.1.2	Localización de las baterías	180
14.4.1.3	Distancias de baterías a nodos	181
14.4.1.4	Distancias de baterías a usuarios	181
14.4.1.4.1	Distancia media de un usuario a la batería más cercana	181
14.4.1.4.2	Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana	182
14.4.1.4.3	Distribución de la población por la distancia recorrida	183
14.4.1.5	Población asociada a una batería	185
14.4.1.6	Distancia media entre baterías	186
14.4.2	Análisis de la zona T54S3	186
14.4.2.1	Número de baterías necesarias	187
14.4.2.2	Localización de las baterías	188
14.4.2.3	Distancias de baterías a usuarios	188
14.4.2.3.1	Distancia media de un usuario a la batería más cercana	188
14.4.2.3.2	Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana	188
14.4.2.3.3	Distribución de la población por la distancia recorrida	189
14.4.2.4	Población asociada a una batería	191
14.4.2.5	Distancia media entre baterías	191
14.4.3	Análisis de la zona T45S4	191
14.4.3.1	Número de baterías necesarias	192
14.4.3.2	Localización de las baterías	193
14.4.3.3	Distancias de baterías a usuarios	193
14.4.3.3.1	Distancia media de un usuario a la batería más cercana	193
14.4.3.3.2	Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana	194
14.4.3.3.3	Distribución de la población por la distancia recorrida	194
14.4.3.4	Población asociada a una batería	196
14.4.3.5	Distancia media entre baterías	196
14.4.4	Análisis de la zona T88S1	197
14.4.4.1	Número de baterías necesarias	198
14.4.4.2	Localización de las baterías	199
14.4.4.3	Distancias de baterías a usuarios	199
14.4.4.3.1	Distancia media de un usuario a la batería más cercana	199
14.4.4.3.2	Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana	200
14.4.4.3.3	Distribución de la población por la distancia recorrida	200
14.4.4.4	Población asociada a una batería	202
14.4.4.5	Distancia media entre baterías	202

14.4.5	Análisis de la zona T122S3	203
14.4.5.1	Número de baterías necesarias	203
14.4.5.2	Localización de las baterías	204
14.4.5.3	Distancias de baterías a usuarios	204
14.4.5.3.1	Distancia media de un usuario a la batería más cercana	204
14.4.5.3.2	Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana	205
14.4.5.3.3	Distribución de la población por la distancia recorrida	205
14.4.5.4	Población asociada a una batería	207
14.4.5.5	Distancia media entre baterías	207
14.4.6	Comparación con la distribución actual en la zona T36S1	208
14.4.6.1	Análisis de distancias para la distribución actual de T36S1	208
14.4.6.2	Distribución de la población en la zona T36S1	209
14.4.6.3	Aplicación 0 para la zona T36S1	209
14.4.6.3.1	Distancia máxima actual entre habitante y batería	210
14.4.6.3.2	Distancia máxima entre baterías	211
14.4.6.3.3	Número de baterías	213
14.4.7	Comparación con la distribución actual en la zona T54S3	215
14.4.7.1	Análisis de distancias para la distribución actual de T54S3	215
14.4.7.2	Distribución de la población en la zona T54S3	215
14.4.7.3	Aplicación 0 para la zona T54S3	216
14.4.7.3.1	Distancia máxima actual entre habitante y batería	216
14.4.7.3.2	Distancia máxima entre baterías	218
14.4.7.3.3	Número de baterías	220
14.4.8	Comparación con la distribución actual en la zona T45S4	221
14.4.8.1	Análisis de distancias para la distribución actual de T45S4	221
14.4.8.2	Distribución de la población en la zona T45S4	222
14.4.8.3	Aplicación 0 para la zona T45S4	223
14.4.8.3.1	Distancia máxima actual entre habitante y batería	223
14.4.8.3.2	Distancia máxima entre baterías	225
14.4.8.3.3	Número de baterías	227
14.4.9	Comparación con la distribución actual en la zona T88S1	228
14.4.9.1	Análisis de distancias para la distribución actual de T88S1	228
14.4.9.2	Distribución de la población en la zona T88S1	229
14.4.9.3	Aplicación 0 para la zona T88S1	230
14.4.9.3.1	Distancia máxima actual entre habitante y batería	230
14.4.9.3.2	Distancia máxima entre baterías	231
14.4.9.3.3	Número de baterías	233



14.4.10 Comparación con la distribución actual en la zona T122S3	234
14.4.10.1 Análisis de distancias para la distribución actual de T122S3	235
14.4.10.2 Distribución de la población en la zona T122S3	235
14.4.10.3 Aplicación 0 para la zona T122S3	236
14.4.10.3.1 Distancia máxima actual entre habitante y batería	236
14.4.10.3.2 Distancia máxima entre baterías	237
14.4.10.3.3 Número de baterías	239
14.5 Conclusiones de la comparación en las zonas de prueba	240
15. Propuestas de sistemas de recogida de residuos .....	243
15.1 Las baterías de contenedores	243
15.1.1 Baterías de rechazo	243
15.1.1.1 Nuevas baterías de rechazo en el sector 1	243
15.1.1.2 Nuevas baterías de rechazo en el sector 2	246
15.1.1.3 Nuevas baterías de rechazo en el sector 3	248
15.1.1.4 Nuevas baterías de rechazo en el sector 4	250
15.1.1.5 Nuevas baterías de rechazo en el sector 5	253
15.1.2 Baterías de selectiva	255
15.1.2.1 Nuevas baterías de selectiva en el sector 1	255
15.1.2.2 Nuevas baterías de selectiva en el sector 2	257
15.1.2.3 Nuevas baterías de selectiva en el sector 3	259
15.1.2.4 Nuevas baterías de selectiva en los sectores 4 y 5	261
15.2 Los contenedores	261
15.2.1 Contenedores nuevos de rechazo en el sector 1	262
15.2.2 Contenedores nuevos de rechazo en el sector 2	264
15.2.3 Contenedores nuevos de rechazo en el sector 3	265
Bibliografía	267

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.1.</b> Relación entre residuos, procesos y resultados.	3
<b>Gráfico 1.2.</b> Valores actuales de composición de residuos según Plan nacional de residuos urbanos	4
<b>Gráfico 3.1.</b> Acciones para la selección de una zona geográfica objeto de estudio.	9
<b>Gráfico 3.2.</b> Solución automática y parámetros para localizar áreas de aportación según el criterio de máxima distancia de recorrido ciudadano	10
<b>Gráfico 3.3.</b> Solución y parámetros para localizar un número fijo de baterías de contenedores	11
<b>Gráfico 3.4.</b> Captura de distribución de áreas de aportación tras seleccionar un tipo de fracción de residuo	11
<b>Gráfico 3.5.</b> Resultados generales de la distribución de áreas de aportación	12
<b>Gráfico 3.6.</b> Valoración, por tramos, del recorrido máximo y medio de los habitantes al área de aportación más próxima y situación de ésta en su tramo. Distribución de la población en función de la distancia recorrida por los ciudadanos al área de aportación más cercana	12
<b>Gráfico 3.7.</b> Asignación de la población a áreas de aportación, cobertura de cada área y separación entre cruces y puntos de recogida más próximos.	13
<b>Gráfico 3.8.</b> Determinación de las necesidades de contenedores y procedimientos de reparto dado un número fijo.	14
<b>Gráfico 3.9.</b> Captura de distribución de contenedores en áreas de aportación.	14
<b>Gráfico 3.10.</b> Resultados del cálculo de necesidades de contenedores o del reparto de un número fijo de éstos.	15
<b>Gráfico 4.1.</b> Aspecto de las interficies de SIRUS	18
<b>Gráfico 4.2.</b> Procedimientos para la ubicación de áreas de aportación garantizando al ciudadano una distancia máxima de desplazamiento.	19
<b>Gráfico 4.3.</b> Parámetros para localizar un número fijo de áreas de aportación.	20
<b>Gráfico 6.1.</b> Composición de los residuos en la Unión Europea	34
<b>Gráfico 6.2.</b> Composición de los residuos en 4 países de la Unión Europea	34
<b>Gráfico 6.3.</b> Composición de los residuos en los EE.UU.	35
<b>Gráfico 6.4.</b> Composición de los residuos en España	35
<b>Gráfico 6.5.</b> Composición de los residuos en el Área Metropolitana de Barcelona	36
<b>Gráfico 6.6.</b> Recogida de los residuos en Sant Boi de Llobregat	37
<b>Gráfico 7.1.</b> Mapa de situación	44
<b>Gráfico 10.1.</b> Mapa de situación	63
<b>Gráfico 10.2.</b> Plano de Sant Boi de Llobregat	64
<b>Gráfico 11.1.</b> Sectorización de Sant Boi de Llobregat	65
<b>Gráfico 11.2.</b> Sector 1 de Sant Boi de Llobregat	66
<b>Gráfico 11.3.</b> Baterías de residuos en el sector 1	67

<b>Gráfico 11.4.</b> Sector 2 de Sant Boi de Llobregat	68
<b>Gráfico 11.5.</b> Baterías de residuos en el sector 2	70
<b>Gráfico 11.6.</b> Sector 3 de Sant Boi de Llobregat	71
<b>Gráfico 11.7.</b> Baterías de residuos en el sector 3	72
<b>Gráfico 11.8.</b> Sector 4 de Sant Boi de Llobregat	73
<b>Gráfico 11.9.</b> Baterías de residuos en el sector 4	75
<b>Gráfico 11.10.</b> Sector 5 de Sant Boi de Llobregat	76
<b>Gráfico 11.11.</b> Baterías de residuos en el sector 5	77
<b>Gráfico 12.1.</b> Recogida de los residuos en Sant Boi de Llobregat	80
<b>Gráfico 12.2.</b> Composición de los residuos en el AMB	81
<b>Gráfico 12.3.</b> Evolución y previsiones de la generación de residuos en Sant Boi	81
<b>Gráfico 12.4.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 1	88
<b>Gráfico 12.5.</b> Histograma de distancias para el rechazo en el sector 1	89
<b>Gráfico 12.6.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 2	90
<b>Gráfico 12.7.</b> Histograma de distancias para el rechazo en el sector 2	91
<b>Gráfico 12.8.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 3	92
<b>Gráfico 12.9.</b> Histograma de distancias para el rechazo en el sector 3	93
<b>Gráfico 12.10.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 4	94
<b>Gráfico 12.11.</b> Histograma de distancias para el rechazo en el sector 4	96
<b>Gráfico 12.12.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 5	97
<b>Gráfico 12.13.</b> Histograma de distancias para el rechazo en el sector 5	98
<b>Gráfico 12.14.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 1	99
<b>Gráfico 12.15.</b> Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 1	100
<b>Gráfico 12.16.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 2	101
<b>Gráfico 12.17.</b> Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 2	102
<b>Gráfico 12.18.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 3	103
<b>Gráfico 12.19.</b> Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 3	104
<b>Gráfico 12.20.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 4	105

<b>Gráfico 12.21.</b> Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 4	106
<b>Gráfico 12.22.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 5	107
<b>Gráfico 12.23.</b> Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 5	108
<b>Gráfico 12.24.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 1	109
<b>Gráfico 12.25.</b> Histograma de distancias para el vidrio en el sector 1	110
<b>Gráfico 12.26.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 2	111
<b>Gráfico 12.27.</b> Histograma de distancias para el vidrio en el sector 2	112
<b>Gráfico 12.28.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 3	113
<b>Gráfico 12.29.</b> Histograma de distancias para el vidrio en el sector 3	114
<b>Gráfico 12.30.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 4	115
<b>Gráfico 12.31.</b> Histograma de distancias para el vidrio en el sector 4	116
<b>Gráfico 12.32.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 5	117
<b>Gráfico 12.33.</b> Histograma de distancias para el vidrio en el sector 5	118
<b>Gráfico 12.34.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 1	119
<b>Gráfico 12.35.</b> Histograma de distancias para los envases en el sector 1	120
<b>Gráfico 12.36.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 2	121
<b>Gráfico 12.37.</b> Histograma de distancias para los envases en el sector 2	122
<b>Gráfico 12.38.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 3	123
<b>Gráfico 12.39.</b> Histograma de distancias para los envases en el sector 3	124
<b>Gráfico 12.40.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 4	125
<b>Gráfico 12.41.</b> Histograma de distancias para los envases en el sector 4	126
<b>Gráfico 12.42.</b> Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 5	127
<b>Gráfico 12.43.</b> Histograma de distancias para los envases en el sector 5	128
<b>Gráfico 12.44.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 1	130
<b>Gráfico 12.45.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 2	132
<b>Gráfico 12.46.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 3	133

<b>Gráfico 12.47.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 4	135
<b>Gráfico 12.48.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 5	137
<b>Gráfico 12.49.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 1	139
<b>Gráfico 12.50.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 2	141
<b>Gráfico 12.51.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 3	142
<b>Gráfico 12.52.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 4	144
<b>Gráfico 12.53.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 5	145
<b>Gráfico 12.54.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 1	147
<b>Gráfico 12.55.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 2	149
<b>Gráfico 12.56.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 3	150
<b>Gráfico 12.57.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 4	151
<b>Gráfico 12.58.</b> Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 5	152
<b>Gráfico 13.1.</b> Composición de los residuos en el Escenario P	159
<b>Gráfico 13.2.</b> Composición de los residuos en el Escenario O	159
<b>Gráfico 13.3.</b> Composición de los residuos en el Escenario JR	159
<b>Gráfico 13.4.</b> Composición de los escenarios con la situación actual y la ideal	160
<b>Gráfico 13.5.</b> Camiones y viajes para Materia orgánica en el Escenario JR	163
<b>Gráfico 13.6.</b> Camiones y viajes para Papel y cartón en el Escenario JR	165
<b>Gráfico 13.7.</b> Camiones y viajes para Envases ligeros en el Escenario JR	165
<b>Gráfico 13.8.</b> Camiones y viajes para Vidrio en el Escenario JR	165
<b>Gráfico 13.9.</b> Camiones y viajes para Rechazo en el Escenario JR	166
<b>Gráfico 13.10.</b> Camiones y viajes para Materia orgánica en el Escenario O	168
<b>Gráfico 13.11.</b> Camiones y viajes para Papel y cartón en el Escenario O	168
<b>Gráfico 13.12.</b> Camiones y viajes para Envases ligeros en el Escenario O	169
<b>Gráfico 13.13.</b> Camiones y viajes para Vidrio en el Escenario O	169
<b>Gráfico 13.14.</b> Camiones y viajes para Materia orgánica en el Escenario P	172
<b>Gráfico 13.15.</b> Camiones y viajes para Papel y cartón en el Escenario P	172
<b>Gráfico 13.16.</b> Camiones y viajes para Envases ligeros en el Escenario P	173
<b>Gráfico 13.17.</b> Camiones y viajes para Vidrio en el Escenario P	173

<b>Gráfico 13.18.</b> Camiones y viajes para Rechazo en el Escenario P	174
<b>Gráfico 14.1.</b> Plano de la zona T36S1	178
<b>Gráfico 14.2.</b> Definición gráfica de valores utilizados por SIRUS	181
<b>Gráfico 14.3.</b> Determinación de distancias en SIRUS.	183
<b>Gráfico 14.4.</b> Distribución de la población por distancias recorridas en T36S1	184
<b>Gráfico 14.5.</b> Distribución de la población por distancias recorridas en T36S1 con distancia entre baterías de 250 metros.	184
<b>Gráfico 14.6.</b> Distribución de la población por distancias recorridas en T36S1 con distancia entre baterías de 500 metros.	185
<b>Gráfico 14.7.</b> Mapa de la Zona T54S3	187
<b>Gráfico 14.8.</b> Distribución de la población por distancia recorrida la Zona T54S3 con distancia entre baterías de 100 metros	189
<b>Gráfico 14.9.</b> Distribución de la población por distancia recorrida la Zona T54S3 con distancia entre baterías de 250 metros	190
<b>Gráfico 14.10.</b> Distribución de la población por distancia recorrida la Zona T54S3 con distancia entre baterías de 500 metros	190
<b>Gráfico 14.11.</b> Mapa de la Zona T54S4.	192
<b>Gráfico 14.12.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en Zona T54S4, con distancia entre baterías de 100 metros.	195
<b>Gráfico 14.13.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en Zona T54S4, con distancia entre baterías de 250 metros.	195
<b>Gráfico 14.14.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en Zona T54S4, con distancia entre baterías de 500 metros.	196
<b>Gráfico 14.15.</b> Mapa de la Zona T88S1.	198
<b>Gráfico 14.16.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1 con distancia entre baterías de 100 metros.	200
<b>Gráfico 14.17.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1 con distancia entre baterías de 250 metros.	201
<b>Gráfico 14.18.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1 con distancia entre baterías de 500 metros.	201
<b>Gráfico 14.19.</b> Mapa de la Zona T122S3.	203
<b>Gráfico 14.20.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3 con distancia entre baterías de 100 metros.	206
<b>Gráfico 14.21.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3 con distancia entre baterías de 250 metros.	206
<b>Gráfico 14.22.</b> Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3 con distancia entre baterías de 500 metros.	207
<b>Gráfico 14.23.</b> Distribución actual de la población por la distancia recorrida en la zona T36S1.	209
<b>Gráfico 14.24.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0.	211
<b>Gráfico 14.25.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (Entrada Dbmáx).	213

<b>Gráfico 14.26.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (Entrada NBat).	214
<b>Gráfico 14.27.</b> Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T54S3	216
<b>Gráfico 14.28.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DUmáx)	218
<b>Gráfico 14.29.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DBmáx)	219
<b>Gráfico 14.30.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada NBat)	220
<b>Gráfico 14.31.</b> Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T45S4	222
<b>Gráfico 14.32.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DUmax)	225
<b>Gráfico 14.33.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DBmax)	226
<b>Gráfico 14.34.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada Nbat)	228
<b>Gráfico 14.35.</b> Distribución actual de la población de Saant Boi por la distancia recorrida en la zona T88S1	229
<b>Gráfico 14.36.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada Dumáx)	231
<b>Gráfico 14.37.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada DBmáx)	233
<b>Gráfico 14.38.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada NBat)	234
<b>Gráfico 14.39.</b> Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T122S3	235
<b>Gráfico 14.40.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada Dumáx)	237
<b>Gráfico 14.41.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada DBmáx)	238
<b>Gráfico 14.42.</b> Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada NBat)	240
<b>Gráfico 15.1.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 1	244
<b>Gráfico 15.2.</b> Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 1	245
<b>Gráfico 15.3.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 2	246
<b>Gráfico 15.4.</b> Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 2	247
<b>Gráfico 15.5.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 3	248
<b>Gráfico 15.6.</b> Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 3	250

<b>Gráfico 15.7.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 4	251
<b>Gráfico 15.8.</b> Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 4	252
<b>Gráfico 15.9.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 5	253
<b>Gráfico 15.10.</b> Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 5	254
<b>Gráfico 15.11.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de selectiva del sector 1	255
<b>Gráfico 15.12.</b> Nuevo histograma de distancias para la selectiva en el sector 1	257
<b>Gráfico 15.13.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de selectiva del sector 2	257
<b>Gráfico 15.14.</b> Nuevo histograma de distancias para la selectiva en el sector 2	259
<b>Gráfico 15.15.</b> Pantalla con la nueva distribución de las baterías de selectiva del sector 3	259
<b>Gráfico 15.16.</b> Nuevo histograma de distancias para la selectiva en el sector 3	261
<b>Gráfico 15.17.</b> Pantalla de resultados de la propuesta de contenedores de rechazo del sector 1	262
<b>Gráfico 15.18.</b> Pantalla de resultados de la propuesta de contenedores de rechazo del sector 2	264
<b>Gráfico 15.19.</b> Pantalla de resultados de la propuesta de contenedores de rechazo del sector 3	265



# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 6.1.</b> Clasificación de los Residuos en Cataluña	32
<b>Tabla 6.2.</b> Pesos específicos según datos españoles y americanos	38
<b>Tabla 6.3.</b> Pesos específicos según la Junta de Residus	38
<b>Tabla 6.4.</b> Humedad de los residuos según datos españoles	39
<b>Tabla 6.5.</b> Cantidades generadas por fracción en Sant Boi en 1.996	40
<b>Tabla 6.6.</b> Cantidades generadas por fracción en Sant Boi en 1.998	41
<b>Tabla 6.7.</b> Generación de residuos en España	41
<b>Tabla 10.1.</b> Actividades desarrolladas en Sant Boi en el año 1.998	64
<b>Tabla 11.1.</b> Datos generales del sector 1	66
<b>Tabla 11.2.</b> Datos del sistema de recogida de residuos del sector 1	67
<b>Tabla 11.3.</b> Datos generales del sector 2	69
<b>Tabla 11.4.</b> Datos del sistema de recogida de residuos del sector 2	69
<b>Tabla 11.5.</b> Datos generales del sector 3	71
<b>Tabla 11.6.</b> Datos del sistema de recogida de residuos del sector 3	72
<b>Tabla 11.7.</b> Datos generales del sector 4	74
<b>Tabla 11.8.</b> Datos del sistema de recogida de residuos del sector 4	74
<b>Tabla 11.9.</b> Datos generales del sector 5	76
<b>Tabla 11.10.</b> Datos del sistema de recogida de residuos del sector 5	77
<b>Tabla 12.1.</b> Datos de la evolución y previsiones de generación de residuos en Sant Boi	82
<b>Tabla 12.2.</b> Cantidad y volumen generado en Sant Boi de cada fracción en 1.998	82
<b>Tabla 12.3.</b> Porcentajes de recogida por fracciones en Sant Boi durante 1.998	83
<b>Tabla 12.4.</b> Vehículos para la recogida de residuos en Sant Boi de Llobregat	84
<b>Tabla 12.5.</b> Contenedores de rechazo por sectores en Sant Boi de Llobregat	85
<b>Tabla 12.6.</b> Baterías de contenedores de rechazo en Sant Boi de Llobregat	86
<b>Tabla 12.7.</b> Baterías y contenedores de rechazo según las unidades dispuestas	86
<b>Tabla 12.8.</b> Volumen ofertado por los contenedores de rechazo	86
<b>Tabla 12.9.</b> Contenedores para la recogida selectiva en Sant Boi de Llobregat	86
<b>Tabla 12.10.</b> Resultados generales del rechazo en el sector 1	88
<b>Tabla 12.11.</b> Resultados particulares del rechazo en el sector 1	89
<b>Tabla 12.12.</b> Datos del histograma de la población del sector 1 para el rechazo	89
<b>Tabla 12.13.</b> Resultados generales del rechazo en el sector 2	90
<b>Tabla 12.14.</b> Resultados particulares del rechazo en el sector 2	91
<b>Tabla 12.15.</b> Datos del histograma de la población del sector 2 para el rechazo	91

<b>Tabla 12.16.</b> Resultados generales del rechazo en el sector 3	92
<b>Tabla 12.17.</b> Resultados particulares del rechazo en el sector 3	93
<b>Tabla 12.18.</b> Datos del histograma de la población del sector 3 para el rechazo	94
<b>Tabla 12.19.</b> Resultados generales del rechazo en el sector 4	95
<b>Tabla 12.20.</b> Resultados particulares del rechazo en el sector 4	95
<b>Tabla 12.21.</b> Datos del histograma de la población del sector 4 para el rechazo	96
<b>Tabla 12.22.</b> Resultados generales del rechazo en el sector 5	97
<b>Tabla 12.23.</b> Resultados particulares del rechazo en el sector 5	98
<b>Tabla 12.24.</b> Datos del histograma de la población del sector 5 para el rechazo	98
<b>Tabla 12.25.</b> Resultados generales del papel y cartón en el sector 1	99
<b>Tabla 12.26.</b> Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 1	100
<b>Tabla 12.27.</b> Datos del histograma de la población del sector 1 para el papel y el cartón	101
<b>Tabla 12.28.</b> Resultados generales del papel y cartón en el sector 2	101
<b>Tabla 12.29.</b> Resultados particulares del papel y el cartón 3 en el sector 2	102
<b>Tabla 12.30.</b> Datos del histograma de la población del sector 2 para el papel y el cartón	102
<b>Tabla 12.31.</b> Resultados generales del papel y cartón en el sector 3	103
<b>Tabla 12.32.</b> Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 3	104
<b>Tabla 12.33.</b> Datos del histograma de la población del sector 3 para el papel y el cartón	104
<b>Tabla 12.34.</b> Resultados generales del papel y cartón en el sector 4	105
<b>Tabla 12.35.</b> Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 4	106
<b>Tabla 12.36.</b> Datos del histograma de la población del sector 4 para el papel y el cartón	106
<b>Tabla 12.37.</b> Resultados generales del papel y cartón en el sector 5	107
<b>Tabla 12.38.</b> Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 5	108
<b>Tabla 12.39.</b> Datos del histograma de la población del sector 5 para el papel y el cartón	108
<b>Tabla 12.40.</b> Resultados generales del vidrio en el sector 1	109
<b>Tabla 12.41.</b> Resultados particulares del vidrio en el sector 1	110
<b>Tabla 12.42.</b> Datos del histograma de la población del sector 1 para el vidrio	111
<b>Tabla 12.43.</b> Resultados generales del vidrio en el sector 2	111
<b>Tabla 12.44.</b> Resultados particulares del vidrio en el sector 2	112
<b>Tabla 12.45.</b> Datos del histograma de la población del sector 2 para el vidrio	113
<b>Tabla 12.46.</b> Resultados generales del vidrio en el sector 3	113
<b>Tabla 12.47.</b> Resultados particulares del vidrio en el sector 3	114
<b>Tabla 12.48.</b> Datos del histograma de la población del sector 3 para el vidrio	115
<b>Tabla 12.49.</b> Resultados generales del vidrio en el sector 4	115

<b>Tabla 12.50.</b> Resultados particulares del vidrio en el sector 4	116
<b>Tabla 12.51.</b> Datos del histograma de la población del sector 4 para el vidrio	116
<b>Tabla 12.52.</b> Resultados generales del vidrio en el sector 5	117
<b>Tabla 12.53.</b> Resultados particulares del vidrio en el sector 5	118
<b>Tabla 12.54.</b> Datos del histograma de la población del sector 5 para el vidrio	118
<b>Tabla 12.55.</b> Resultados generales de los envases en el sector 1	119
<b>Tabla 12.56.</b> Resultados particulares de los envases en el sector 1	120
<b>Tabla 12.57.</b> Datos del histograma de la población del sector 1 para los envases	121
<b>Tabla 12.58.</b> Resultados generales de los envases en el sector 2	121
<b>Tabla 12.59.</b> Resultados particulares de los envases en el sector 2	122
<b>Tabla 12.60.</b> Datos del histograma de la población del sector 2 para los envases	123
<b>Tabla 12.61.</b> Resultados generales de los envases en el sector 3	123
<b>Tabla 12.62.</b> Resultados particulares de los envases en el sector 3	124
<b>Tabla 12.63.</b> Datos del histograma de la población del sector 3 para los envases	125
<b>Tabla 12.64.</b> Resultados generales de los envases en el sector 4	125
<b>Tabla 12.65.</b> Resultados particulares de los envases en el sector 4	126
<b>Tabla 12.66.</b> Datos del histograma de la población del sector 4 para los envases	126
<b>Tabla 12.67.</b> Resultados generales de los envases en el sector 5	127
<b>Tabla 12.68.</b> Resultados particulares de los envases en el sector 5	128
<b>Tabla 12.69.</b> Datos del histograma de la población del sector 5 para los envases	128
<b>Tabla 12.70.</b> Generación de rechazo en los 5 sectores de Sant Boi	129
<b>Tabla 12.71.</b> Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 1	130
<b>Tabla 12.72.</b> Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 1	131
<b>Tabla 12.73.</b> Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 2	132
<b>Tabla 12.74.</b> Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 2	133
<b>Tabla 12.75.</b> Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 3	134
<b>Tabla 12.76.</b> Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 3	134
<b>Tabla 12.77.</b> Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 4	135
<b>Tabla 12.78.</b> Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 4	136
<b>Tabla 12.79.</b> Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 5	137

<b>Tabla 12.80.</b> Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 5	138
<b>Tabla 12.81.</b> Generación de papel y cartón en los 5 sectores de Sant Boi	138
<b>Tabla 12.82.</b> Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 1	140
<b>Tabla 12.83.</b> Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 1	140
<b>Tabla 12.84.</b> Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 2	141
<b>Tabla 12.85.</b> Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 1	142
<b>Tabla 12.86.</b> Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 3	143
<b>Tabla 12.87.</b> Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 3	143
<b>Tabla 12.88.</b> Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 4	144
<b>Tabla 12.89.</b> Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 4	145
<b>Tabla 12.90.</b> Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 5	146
<b>Tabla 12.91.</b> Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 5	146
<b>Tabla 12.92.</b> Generación de vidrio en los 5 sectores de Sant Boi	146
<b>Tabla 12.93.</b> Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 1	148
<b>Tabla 12.94.</b> Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 1	148
<b>Tabla 12.95.</b> Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 2	148
<b>Tabla 12.96.</b> Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 2	149
<b>Tabla 12.97.</b> Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 3	150
<b>Tabla 12.98.</b> Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 3	150
<b>Tabla 12.99.</b> Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 4	151
<b>Tabla 12.100.</b> Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 4	152
<b>Tabla 12.101.</b> Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 5	153
<b>Tabla 12.102.</b> Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 5	153
<b>Tabla 13.1.</b> Porcentajes de cada fracción recogidos	158
<b>Tabla 13.2.</b> Composición de los residuos recogidos en cada escenario	158
<b>Tabla 13.3.</b> Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario JR	161
<b>Tabla 13.4.</b> Contenedores para Materia orgánica en Escenario JR	162
<b>Tabla 13.5.</b> Contenedores para Papel y cartón en Escenario JR	162
<b>Tabla 13.6.</b> Contenedores para Envases ligeros en Escenario JR	162
<b>Tabla 13.7.</b> Contenedores para Vidrio en Escenario JR	162
<b>Tabla 13.8.</b> Contenedores para Rechazo en Escenario JR	163
<b>Tabla 13.9.</b> Camiones y viajes para materia orgánica en Escenario JR	164
<b>Tabla 13.10.</b> Camiones y viajes para Papel y cartón en Escenario JR	164
<b>Tabla 13.11.</b> Camiones y viajes para Envases ligeros en Escenario JR	164
<b>Tabla 13.12.</b> Camiones y viajes para Vidrio en Escenario JR	164
<b>Tabla 13.13.</b> Camiones y viajes para Rechazo en Escenario JR	166
<b>Tabla 13.14.</b> Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario O	166

<b>Tabla 13.15.</b> Contenedores para Materia orgánica en Escenario O	167
<b>Tabla 13.16.</b> Contenedores para Papel y cartón en Escenario O	167
<b>Tabla 13.17.</b> Contenedores para Envases ligeros en Escenario O	167
<b>Tabla 13.18.</b> Contenedores para Vidrio en Escenario O	167
<b>Tabla 13.19.</b> Contenedores para Rechazo en Escenario O	167
<b>Tabla 13.20.</b> Camiones y viajes para Materia orgánica en Escenario O	168
<b>Tabla 13.21.</b> Camiones y viajes para Papel y cartón en Escenario O	168
<b>Tabla 13.22.</b> Camiones y viajes para Envases ligeros en Escenario O	169
<b>Tabla 13.23.</b> Camiones y viajes para Vidrio en Escenario O	169
<b>Tabla 13.24.</b> Camiones y viajes para Rechazo en Escenario O	170
<b>Tabla 13.25.</b> Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario P	170
<b>Tabla 13.26.</b> Contenedores para Materia orgánica en Escenario P	171
<b>Tabla 13.27.</b> Contenedores para Papel y cartón en Escenario P	171
<b>Tabla 13.28.</b> Contenedores para Envases ligeros en Escenario P	171
<b>Tabla 13.29.</b> Contenedores para Vidrio en Escenario P	171
<b>Tabla 13.30.</b> Contenedores para Rechazo en Escenario P	171
<b>Tabla 13.31.</b> Camiones y viajes para Materia orgánica en Escenario P	172
<b>Tabla 13.32.</b> Camiones y viajes para Papel y cartón en Escenario P	172
<b>Tabla 13.33.</b> Camiones y viajes para Envases ligeros en Escenario P	173
<b>Tabla 13.34.</b> Camiones y viajes para Vidrio en Escenario P	173
<b>Tabla 13.35.</b> Camiones y viajes para Rechazo en Escenario P	174
<b>Tabla 14.1.</b> Características de la zona T36S1	178
<b>Tabla 14.2.</b> Distancias consideradas para la aplicación 0	179
<b>Tabla 14.3.</b> Número de baterías para la Zona T36S1	179
<b>Tabla 14.4.</b> Número de baterías para la Zona T36S1	182
<b>Tabla 14.5.</b> Usuario más perjudicado para la Zona T36S1	183
<b>Tabla 14.6.</b> Distribución de la población por distancias recorrida	184
<b>Tabla 14.7.</b> Distribución de la población por distancias recorrida	184
<b>Tabla 14.8.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	185
<b>Tabla 14.9.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	185
<b>Tabla 14.10.</b> Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T36S1	186
<b>Tabla 14.11.</b> Características de la Zona T54S3	186
<b>Tabla 14.12.</b> Número de Baterías para la Zona T54S3	187
<b>Tabla 14.13.</b> Distancia media entre habitante y batería de la Zona T54S3	188
<b>Tabla 14.14.</b> Usuario más perjudicado de la Zona T54S3	189
<b>Tabla 14.15.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	189

<b>Tabla 14.16.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	190
<b>Tabla 14.17.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	190
<b>Tabla 14.18.</b> Habitantes por batería para la Zona T54S3.	191
<b>Tabla 14.19.</b> Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T54S3.	191
<b>Tabla 14.20.</b> Características de la Zona T54S4.	192
<b>Tabla 14.21.</b> Número de Baterías para la Zona T54S4.	193
<b>Tabla 14.22.</b> Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T54S4.	193
<b>Tabla 14.23.</b> Usuario más perjudicado de la Zona T54S4.	194
<b>Tabla 14.24.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	195
<b>Tabla 14.25.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	195
<b>Tabla 14.26.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	196
<b>Tabla 14.27.</b> Habitantes por Batería para la Zona T45S4.	196
<b>Tabla 14.28.</b> Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T45S4.	197
<b>Tabla 14.29.</b> Características de la Zona T88S1.	197
<b>Tabla 14.30.</b> Mapa de la Zona T88S1.	199
<b>Tabla 14.31.</b> Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T88S1.	199
<b>Tabla 14.32.</b> Usuario más perjudicado de la Zona T88S1.	200
<b>Tabla 14.33.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	201
<b>Tabla 14.34.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	201
<b>Tabla 14.35.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	202
<b>Tabla 14.36.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	202
<b>Tabla 14.37.</b> Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T88S1.	202
<b>Tabla 14.38.</b> Características de la Zona T122S3.	203
<b>Tabla 14.39.</b> Número de baterías para la Zona T122S3.	204
<b>Tabla 14.40.</b> Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T122S3.	205
<b>Tabla 14.41.</b> Usuario más perjudicado.	205
<b>Tabla 14.42.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	206
<b>Tabla 14.43.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	206
<b>Tabla 14.44.</b> Distribución de la población por distancia recorrida.	207
<b>Tabla 14.45.</b> Habitantes por Batería para la Zona T122S3.	207
<b>Tabla 14.46.</b> Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T122S3.	208
<b>Tabla 14.47.</b> Distribución actual de la Zona T36S1.	208

<b>Tabla 14.48.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	209
<b>Tabla 14.49.</b> Aplicación 0 para T36S1 con DU=114 metros	210
<b>Tabla 14.50.</b> Comparación de los resultados para T36S1 (entrada DU)	211
<b>Tabla 14.51.</b> Comparación de los resultados para T36S1 (entrada DU)	211
<b>Tabla 14.52.</b> Aplicación 0 para T36S1 con DB=123 metros	212
<b>Tabla 14.53.</b> Comparación de los resultados para T36S1	212
<b>Tabla 14.54.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	213
<b>Tabla 14.55.</b> Aplicación 0 para T36S1 con Nbat=22 baterías.	213
<b>Tabla 14.56.</b> Comparación de los resultados para T36S1 (entrada #Bat)	214
<b>Tabla 14.57.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	215
<b>Tabla 14.58.</b> Distribución actual de la zona T54S3	215
<b>Tabla 14.59.</b> Distribución de la población por la distancia recorrida	216
<b>Tabla 14.60.</b> Aplicación 0 para T54S3 con DU=180 metros	217
<b>Tabla 14.61.</b> Comparación de los resultados para T54S3 (entrada DU)	217
<b>Tabla 14.62.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	218
<b>Tabla 14.63.</b> Aplicación 0 para T54S3 con DB=131 metros	218
<b>Tabla 14.64.</b> Comparación de los resultados para T54S3 (entrada DB)	219
<b>Tabla 14.65.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	219
<b>Tabla 14.66.</b> Aplicación 0 para T54S3 con Nbat=38 baterías	220
<b>Tabla 14.67.</b> Comparación de los resultados para T54S3 (entrada #Bat)	220
<b>Tabla 14.68.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	221
<b>Tabla 14.69.</b> Distribución actual de la zona T45S4	222
<b>Tabla 14.70.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	223
<b>Tabla 14.71.</b> Aplicación 0 para T45S4 con DU=140 metros	224
<b>Tabla 14.72.</b> Comparación de los resultados para T45S4 (entrada DU)	224
<b>Tabla 14.73.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	225
<b>Tabla 14.74.</b> Aplicación 0 para T45S4 con DB=123 metros	225
<b>Tabla 14.75.</b> Comparación de los resultados para T45S4 (entrada DB)	226
<b>Tabla 14.76.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	227
<b>Tabla 14.77.</b> Aplicación 0 para T45S4 con Nbat = 31 baterías	227
<b>Tabla 14.78.</b> Comparación de los resultados para T45S4 (entrada #Bat)	227
<b>Tabla 14.79.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	228
<b>Tabla 14.80.</b> Distribución actual de la zona T88S1	229
<b>Tabla 14.81.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	229
<b>Tabla 14.82.</b> Aplicación 0 para T88S1 con DU=124 metros	230
<b>Tabla 14.83.</b> Comparación de los resultados para T88S1 (entrada DU)	230
<b>Tabla 14.84.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	231

<b>Tabla 14.85.</b> Aplicación 0 para T88S1 con DB=132 metros	232
<b>Tabla 14.86.</b> Comparación de los resultados para T88S1 (entrada DB)	232
<b>Tabla 14.87.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	233
<b>Tabla 14.88.</b> Aplicación 0 para T88S1 con Nbat = 57 baterías	233
<b>Tabla 14.89.</b> Comparación de los resultados para T88S1 (entrada #Bat)	234
<b>Tabla 14.90.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	234
<b>Tabla 14.91.</b> Distribución actual de la zona T122S3	235
<b>Tabla 14.92.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	235
<b>Tabla 14.93.</b> Aplicación 0 para T122S3 con DU=180 metros	236
<b>Tabla 14.94.</b> Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DU)	236
<b>Tabla 14.95.</b> Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DU)	237
<b>Tabla 14.96.</b> Aplicación 0 para T122S3 con DB = 117 metros	238
<b>Tabla 14.97.</b> Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DB)	238
<b>Tabla 14.98.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	239
<b>Tabla 14.99.</b> Aplicación 0 para T122 con Nbat=92 baterías	239
<b>Tabla 14.100.</b> Comparación de los resultados para T122S3 (entrada #Bat)	239
<b>Tabla 14.101.</b> Distribución de la población por distancia recorrida	240
<b>Tabla 15.1.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 1	244
<b>Tabla 15.2.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 1	245
<b>Tabla 15.3.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 1 para el rechazo	245
<b>Tabla 15.4.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 2	246
<b>Tabla 15.5.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 2	247
<b>Tabla 15.6.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 2 para el rechazo	248
<b>Tabla 15.7.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 3	249
<b>Tabla 15.8.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 3	249
<b>Tabla 15.9.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 3 para el rechazo	250
<b>Tabla 15.10.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 4	251
<b>Tabla 15.11.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector	252
<b>Tabla 15.12.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 4 para el rechazo	252



<b>Tabla 15.13.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 5	253
<b>Tabla 15.14.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector	254
<b>Tabla 15.15.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 5 para el rechazo	254
<b>Tabla 15.16.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 1	256
<b>Tabla 15.17.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector	256
<b>Tabla 15.18.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 1 para la selectiva	256
<b>Tabla 15.19.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 2	258
<b>Tabla 15.20.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector	258
<b>Tabla 15.21.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 2 para la selectiva	258
<b>Tabla 15.22.</b> Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 3	260
<b>Tabla 15.23.</b> Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector	260
<b>Tabla 15.24.</b> Datos del nuevo histograma de la población del sector 3 para la selectiva	260
<b>Tabla 15.25.</b> Generación de rechazo en los 5 sectores de Sant Boi	262
<b>Tabla 15.26.</b> Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 1	263
<b>Tabla 15.27.</b> Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 1	263
<b>Tabla 15.28.</b> Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 2	264
<b>Tabla 15.29.</b> Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 2	265
<b>Tabla 15.30.</b> Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 3	266
<b>Tabla 15.31.</b> Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 3	266

# Presentación

*Projecte integral de gestió de residus urbans al municipi de Sant Boi de Llobregat* es una actividad de transferencia de tecnología desarrollada en el marco del convenio de colaboración C3445, establecido entre el Ajuntament de Sant Boi y la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

La mejora en la calidad del servicio al ciudadano, eje central del proyecto, ha prevalecido como objetivo general prioritario en todas las decisiones; no obstante, ha sido necesario considerar el marco de actuación en el que se ha desarrollado el proyecto, por lo que se planteó como objetivo general secundario diseñar sistemas de recogida que propiciaran la total adaptación a las pautas marcadas por la Junta de Residus (JR), organismo que a través del Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) rige y delimita el marco legal de actuación en lo referente a la recogida de residuos urbanos. Estos dos objetivos generales han exigido la renovación del sistema físico y de gestión actuales.

El Estudio comprende un análisis de la situación actual y un conjunto de propuestas, a corto y medio plazo, encaminadas a la mejora en las direcciones marcadas por los dos objetivos generales.

El principal resultado del proyecto, en lo que a transferencia de tecnología se refiere, es la implantación de un conjunto de aplicaciones destinadas a la localización de áreas de aportación y el diseño de itinerarios de recogida. Estas aplicaciones se integran compatiblemente en los servicios informáticos actuales del Ajuntament de Sant Boi y servirán para facilitar las labores periódicas de localización de baterías (áreas de aportación) y de contenedores así como el diseño de rutas ante cambios de las condiciones del municipio.

SIRUS, abreviatura de “Sistema Integrado de Recogida Urbana Selectiva”, es el software resultante de esta colaboración. La función del sistema es ayudar a la toma de decisiones de diseño y de dirección de operaciones relativas a la recogida de residuos urbanos en un municipio.

Para el desarrollo e implantación del proyecto se constituyó un equipo pluridisciplinal de trabajo compuesto por Félix Martínez, Eduard Nebot, Carles Serrano y Antoni Traveria, por parte del municipio del Sant Boi (Ajuntament y empresa municipal CORESSA), y Joaquín Bautista, como director del proyecto, por parte de la UPC.

El equipo quiere agradecer la colaboración prestada por los señores David Palanques y Albert Ortiz, así como el soporte y confianza dados a la realización del Proyecto por el Ajuntament de Sant Boi de Llobregat y la Universitat Politècnica de Catalunya, y mencionar de un modo especial al regidor Don Carles Capdevila y a los profesores Don Francisco Javier Llovera y Don Ramon Companys.

Joaquín Bautista Valhondo  
UPC  
*Barcelona, junio de 2000*

# Introducción

El presente texto comprende los resultados de los trabajos realizados en el marco del convenio de colaboración C3445, bajo la denominación de ***Projecte integral de gestió de residus urbans al municipi de Sant Boi de Llobregat***, establecido entre el Ajuntament y la Universitat Politècnica de Catalunya.

La presentación del trabajo se ha dividido en tres volúmenes: el primero comprende la memoria del proyecto dedicada a la Gestión de residuos urbanos en el municipio; el segundo volumen se centra en los detalles relativos a la valoración de la distribución actual de áreas de aportación y contenedores en Sant Boi; finalmente, el tercer volumen está enfocado a propuestas de nuevas distribuciones de áreas de aportación y contenedores.

El Primer Volumen, dedicado a la Memoria, se ha dividido, a su vez, en cuatro partes:

- En la Parte I, tras una introducción al Proyecto, se describen los objetivos marcados y el sistema SIRUS (Sistema Integrado de Recogida Urbana Selectiva): el principal resultado del Proyecto en cuanto a transferencia de tecnología. Posteriormente, se destacan aspectos científico-técnicos y económico-sociales relativos al alcance del Proyecto. La Parte I de la Memoria concluye con la descripción de las actividades desarrolladas, la financiación y el seguimiento del Proyecto.
- La Parte II se dedica a la Gestión de residuos urbanos. Tras clasificar y establecer una tipología y composición de los residuos municipales, se recogen datos de interés como porcentajes de presencia, pesos específicos y generación anual por fracción y habitante. Se sintetiza, posteriormente, el marco legal, resaltando la importancia de los efectos producidos por la aplicación del PMGRM (Programa Metropolitano de Gestión de Residuos Municipales). A continuación se presentan los sistemas de recogida de residuos municipales más usuales, considerando el servicio ofrecido a través de las fracciones y el grado de atención al cliente, así como las distintas técnicas entre las que figuran la clásica de camión-contenedor y la recogida neumática. Finalmente, en esta Parte II, se describen los sistemas adoptados por distintas poblaciones catalanas, como Barcelona y Sant Cugat, del resto del Estado, como Madrid y Valencia, del resto de Europa, como Birmingham y Helsinki, y norteamericanas, como New York y Portland.
- Sant Boi de Llobregat es el eje central de la Parte III. Tras una breve descripción del municipio, se procede a su sectorización. Posteriormente, se pasa al análisis del sistema actual de recogida de residuos por fracción y sector.
- La Parte IV está dedicada a la elaboración y valoración de propuestas para el sistema de recogida de residuos. Se presenta, en primer lugar, la evolución de las necesidades de contenedores y de camiones en función de tres escenarios: el primero se ajusta a las pautas marcadas por la Junta de Residuos (JR); el segundo fija unos niveles de recogida ligados a una visión optimista; y el último corresponde a una visión pesimista. Posteriormente, se ofrece varios ejemplos relacionados con la explotación del sistema SIRUS a distintas zonas geográficas del municipio. La Parte IV finaliza con propuestas concretas, por sectores del municipio, para el nuevo sistema de recogida tanto para los contenedores y áreas de rechazo, como las fracciones selectivas.

El Segundo Volumen del trabajo recoge los detalles de la valoración de la distribución actual en Sant Boi de Llobregat de áreas de aportación y de contenedores y es una ampliación de la Parte III del Primer Volumen. Este texto debe interpretarse como el resultado de una distribución que desea valorarse: se le ha denominado distribución actual por ser la base de referencia acorde con la realidad durante el desarrollo del Proyecto para ejecutar las aplicaciones que ofrece el sistema SIRUS. La valoración se ha efectuado por sectores del municipio y por fracciones.

Finalmente, en el Tercer Volumen del trabajo se recogen los detalles relativos a las propuestas de nuevas distribuciones para las áreas de aportación y los contenedores en el municipio de Sant Boi y, por tanto, es una ampliación de la Parte IV del Primer Volumen. Las propuestas concretas se clasifican por sectores y fracciones.

## **PARTE I**

En la Parte I, tras una introducción al Proyecto, se describen los objetivos marcados y el sistema SIRUS (Sistema Integrado de Recogida Urbana Selectiva): el principal resultado del Proyecto en cuanto a transferencia de tecnología. Posteriormente, se destacan aspectos científico-técnicos y económico-sociales relativos al alcance del Proyecto. La Parte I de la Memoria concluye con la descripción de las actividades desarrolladas, la financiación y el seguimiento del Proyecto.



# 1. Introducción

La unificación de los programas de recogida de residuos urbanos desarrollados en las comunidades autónomas ya es una realidad y recibe el nombre de Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU). El tratamiento de residuos urbanos se encuentra en una fase de cambio e innovación necesarios para respetar el medio ambiente. La ejecución de una recogida selectiva de la basura en los municipios ha dejado de ser un privilegio, pues el PNRU obliga a las poblaciones con más de 5000 habitantes a disponer de la infraestructura indispensable para desarrollar una separación correcta.

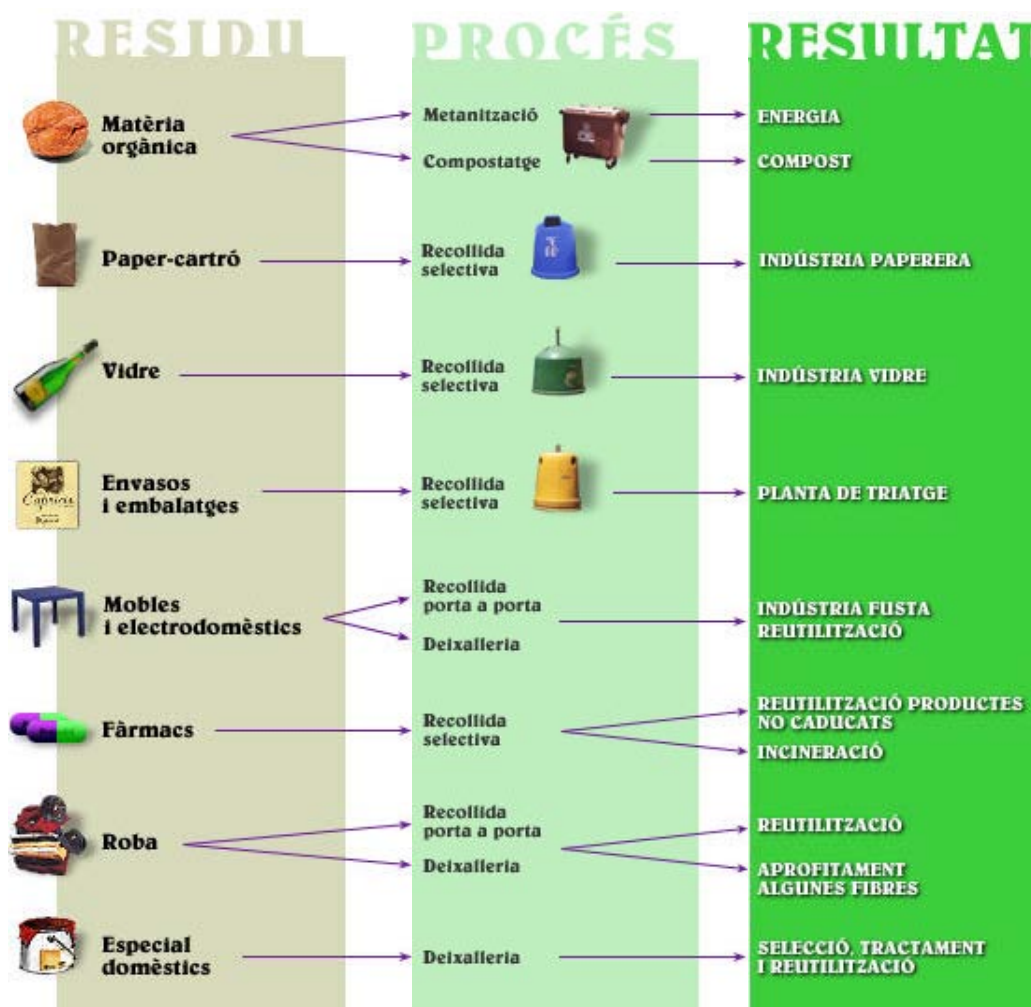


Gráfico 1.1. Relación entre residuos, procesos y resultados.  
Fuente: <http://ema-amb.com>

El PNRU abarca un horizonte temporal de siete años comprendidos entre el 2000 y el 2006 (ambos inclusive). Dentro del período contemplado, los objetivos y las metas se fijan en etapas bianuales, creando una dinámica de evolución continua con evaluaciones constantes. La inmediatez del corto plazo (2001) es el primer paso para afianzar el camino a seguir en los posteriores objetivos a medio (2003) y largo plazo (2006) dentro del horizontes del Plan.

Sant Boi de Llobregat es uno de los 120 municipios catalanes afectados por la normativa referente a la obligatoriedad en la separación de los residuos. Además de Sant Boi, el Área Metropolitana de Barcelona engloba a 28 municipios más en estas condiciones.

Las poblaciones catalanas del Área Metropolitana de Barcelona parten con una relativa ventaja respecto a otros municipios, como consecuencia del plan que rige su recogida de residuos en la actualidad. Este plan es el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) que persigue unos objetivos y fija unas directrices de trabajo y desarrollo paralelas a las del PNRU, cuyos objetivos principales son:

- Reducir en un 10 % la generación de envases (respecto a los datos de 1996).
- Reducir en un 6 % la generación diaria de residuos por habitante (respecto a 1,2 kg. del año 1996).

La recogida urbana selectiva se convierte en uno de los procesos más importantes en el ciclo generación-transformación de residuos. Su buena gestión se debe apoyar en herramientas que permitan diseñar y evaluar ágilmente sistemas físicos de recogida y en disponer de datos fiables, tanto para el residuo generado en hogares como en actividades comerciales, huyendo de algunos estándares y valores medios<sup>1</sup>.

Bajo esta perspectiva, resulta aconsejable conocer qué se genera realmente en un hogar y en un comercio por separado. De esta manera, el servicio ofrecido será de mayor calidad, y en el caso de adoptar la técnica de recogida puerta a puerta en los comercios, la dimensión del conjunto de contenedores distribuidos en las calles será más ajustada. Por otra parte, desde el punto de vista industrial, el conocimiento ajustado de la materia prima que se está tratando, permite un mejor aprovechamiento de recursos conducente a la reducción de costes de explotación de servicios y de factorías.

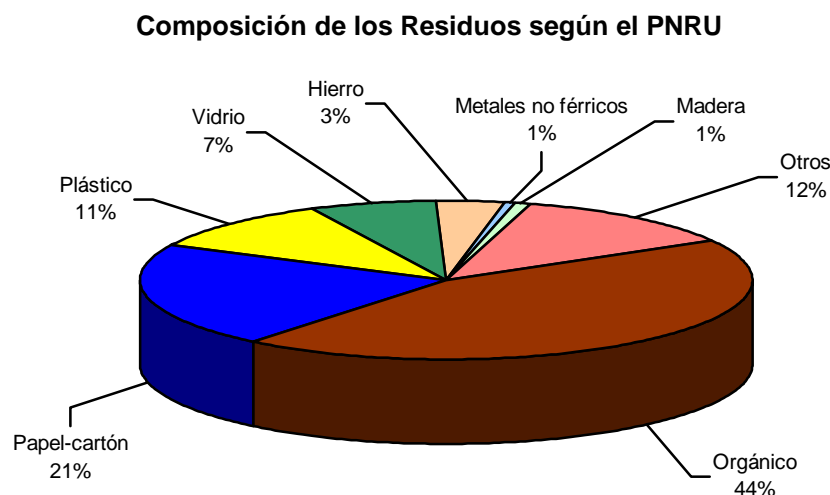


Gráfico 1.2. Valores actuales de composición de residuos según Plan nacional de residuos urbanos

Es fácil advertir que el conjunto de cambios e innovaciones que se desprende con la aplicación del PNRU con el objeto de respetar el medio ambiente, genera nuevos e interesantes problemas de gestión en los municipios: qué sistema de recogida se debe

<sup>1</sup> La generación de residuos de un ciudadano medio en nuestro país se cifraba en 1996 en 1,2 kg/día; este valor no es válido para conocer la basura que genera un ciudadano en su hogar, ya que agrega otros factores. Concretamente, entre un 20 % y un 50 % de los residuos asignados a cada habitante se generan en los comercios, y por lo tanto, para las zonas con una alta concentración comercial se debería corregir dicho valor medio.



adoptar, dónde localizar las áreas de aportación o puntos de recogida, cuántos contenedores y de qué tipo de fracción se debe asignar a cada área, qué rutas son las más adecuadas y cuál debe ser la frecuencia de recogida para cada fracción, y qué dimensión debe tener la flota de vehículos. SIRUS ha sido diseñado con el propósito de ayudar a tomar decisiones para dar solución a estos problemas: su misión es optimizar y simular la gestión de recogida de residuos urbanos en función de un conjunto de condiciones y criterios orientados a satisfacer distintos niveles de servicio.



## 2. Objetivos

Los objetivos globales del *Projecte integral de gestió de residus urbans al municipi de Sant Boi de Llobregat* (C3445) se han clasificado en tres categorías. Para cada categoría, se han definido subobjetivos concretos:

### 1.- Mejorar la calidad de servicio al ciudadano.

- 1.1.- Localizar en el municipio los puntos de recogida, también llamados baterías, de forma que los desplazamientos de los usuarios no superen una longitud establecida y considerada como la más apropiada (por ejemplo: 60 metros).
- 1.2.- Reducir el impacto visual generado por la presencia superflua de baterías de contenedores, minimizando el número de puntos de recogida y de contenedores dispuestos en ellos.
- 1.3.- Reducir el impacto acústico suprimiendo las trayectorias innecesarias por zonas con alta densidad de población.
- 1.4.- Reducir el impacto ambiental minimizando el tiempo de presencia de los vehículos de recogida durante el servicio.
- 1.5.- Reducir el impacto visual debido a la presencia masiva de residuos en puntos concretos generados por instalaciones comerciales.

### 2.- Definir un sistema de recogida físico en el Ajuntament de Sant Boi que propicie el ajuste progresivo a las pautas marcadas por el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM).

- 2.1.-Diseñar un sistema de recogida selectiva.
- 2.2.-Alcanzar con el servicio de recogida diseñado, los valores orientativos bianuales establecidos en el PMGRM para las distintas fracciones de residuo.

### 3.- Dotar al Ajuntament de Sant Boi de aplicaciones informáticas de ayuda a la gestión de operaciones en el sistema de recogida.

- 3.1.- Diseñar, programar e implantar una aplicación informática que permita la localización automática de los puntos de recogida en la población y la asignación de contenedores para las distintas fracciones con el objetivo de minimizar el número de baterías y contenedores de forma que la distancia entre ellos y el usuario no supere un valor establecido. Adicionalmente, la aplicación debe permitir valorar una solución definida por el usuario.
- 3.2.- Diseñar, programar e implantar una aplicación informática que permita establecer rutas de recogida con mínimo impacto ambiental. Adicionalmente, la aplicación debe permitir valorar una solución definida por el usuario.

SIRUS es el soft resultante del tercer objetivo, su concepción ha estado condicionada por el primer objetivo; su aplicación, como optimizador, permite diseñar sistemas de recogida urbana selectiva (segundo objetivo) y, como simulador, permite valorar un sistema físico de recogida descrito en una base de datos.

Brevemente, las aplicaciones incorporadas en SIRUS permiten:

- Distribuir, sobre una red viaria, áreas de aportación:
- Imponiendo una distancia máxima recorrida por los ciudadanos
- Imponiendo un número fijo de áreas
- Estimar y repartir contenedores en las áreas
- Diseñar itinerarios de recogida de contenedores
- Evaluar una solución propuesta por el usuario

Actualmente el Ajuntament ya dispone, en sus instalaciones, de las aplicaciones referidas en el punto 3.1 que han servido para evaluar el actual sistema físico de recogida y diseñar uno nuevo acorde con los objetivos 1 y 2. Los resultados que aquí se presentan se centrarán en la descripción de estas herramientas por parecernos más trascendente el software desarrollado que su aplicación a un municipio concreto. Por su parte, las aplicaciones correspondientes al punto 3.2 están en fase experimental con enlaces a las bases de Tráfico del Ajuntament.

### 3. La aplicación SIRUS

SIRUS ha sido concebido para ayudar a tomar decisiones de diseño y de dirección de operaciones en sistemas físicos de recogida selectiva de residuos en municipios. El sistema ofrece soluciones automáticas, manuales y semiautomáticas, todas ellas evaluables en función de un conjunto de índices de calidad.

Para construir una solución, deben ejecutarse un conjunto de acciones conducentes a unos resultados que, en este texto, se clasifican de la forma siguiente:

- Selección de una zona geográfica
- Localización automática de áreas de aportación
- Captura de una distribución de áreas de aportación consolidada
- Evaluación de una distribución de áreas de aportación sobre el territorio
- Distribución automática de contenedores en áreas de aportación
- Captura de una distribución de contenedores consolidada
- Evaluación de una distribución de contenedores sobre el territorio
- Diseño de rutas<sup>2</sup>

#### 3.1. Selección de una zona geográfica

En primer lugar se procede a la apertura de una capa (pe. tramos) de la base de datos, y sobre ella se selecciona un conjunto de tramos objeto de estudio. El conjunto de tramos puede corresponder a un sector o distrito del municipio o, sencillamente, puede tratarse de una zona natural sobre la que se mantendrán los mismos criterios de localización de áreas de aportación.



Gráfico 3.1. Acciones para la selección de una zona geográfica objeto de estudio.

La posibilidad de dividir el municipio en zonas ofrece varias ventajas, entre ellas: (1) analizar sobre una zona distintas técnicas de recogida<sup>3</sup>, (2) imponer un número fijo de áreas de aportación sobre una zona<sup>4</sup>, y (3) proponer distintos valores de la distancia mínima entre áreas de aportación según la zona.

<sup>2</sup> No se tratará en este texto.

<sup>3</sup> En un mismo municipio, en alguna zona se puede optar por la técnica clásica camión-contenedor, ya sea con carga lateral o trasera, en otras por la recogida neumática y en otras por la subterránea, ello obliga a emplear distintos criterios de localización de áreas de aportación según la zona.

<sup>4</sup> Cuando se trata de una fracción selectiva (papel-cartón, vidrio, etc.), para la que no se exige la recogida de todo el residuo generado por los ciudadanos, es conveniente fijar el número de áreas de aportación en función del volumen de residuo que se desea recoger.

### 3.2. Localización automática de áreas de aportación

Tras seleccionar la zona sobre el plano del municipio y ajustar su tamaño mediante zoom, se puede proceder a la localización automática de áreas de aportación o puntos de recogida, con la posibilidad de emplear dos criterios:

- (1) Fijar una distancia máxima de recorrido ciudadano.
- (2) Fijar un número de áreas de aportación.

En ocasiones, puede convenir que un conjunto de tramos o calles estén libres de áreas de aportación (pe. áreas de recogida neumática); este es el caso de calles de intensa actividad comercial, zonas de interés artístico o simplemente calles inaccesibles al servicio. En tales condiciones, se marcan los tramos correspondientes con el propósito de inhibirlos: el ciudadano puede circular a pie sobre una zona inhibida, pero no el servicio.

Si se adopta el criterio de máxima distancia de recorrido ciudadano, se debe definir un valor para dicho parámetro y fijar el intervalo del histograma de distribución de distancias; tras ello, se selecciona un procedimiento de resolución (Figura 4) entre los 100 algoritmos incorporados<sup>5</sup>.

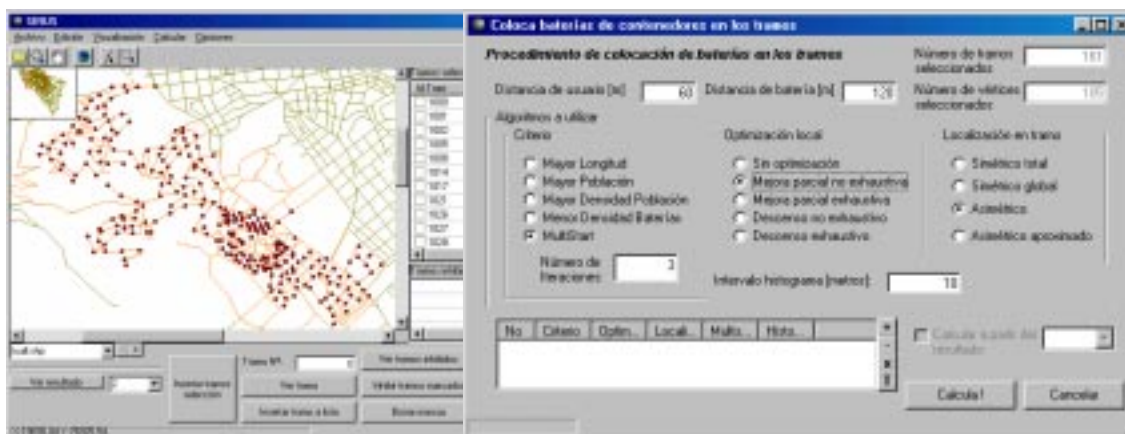


Gráfico 3.2. Solución automática y parámetros para localizar áreas de aportación según el criterio de máxima distancia de recorrido ciudadano

En caso de imponer un número fijo de baterías (Gráfico 3.3), los parámetros solicitados son: (1) el número de baterías a localizar, (2) el calibre de la malla<sup>6</sup>, (3) índice de repulsión entre baterías<sup>7</sup>, (4) intervalo de histograma y (5) distancia mínima permitida entre baterías.

<sup>5</sup> La selección de un algoritmo se realiza fijando una opción en cada uno de los tres módulos de clasificación: (1) criterio de prioridad en la cobertura de los tramos seleccionados, (2) tipo de optimización local y (3) formas de localización de baterías en los tramos.

<sup>6</sup> Se genera automáticamente una malla de emplazamientos posibles (únicos puntos del espacio sobre los que se puede localizar una batería). El calibre define el tamaño de la malla de emplazamientos.

<sup>7</sup> Para este procedimiento, se ha establecido una analogía física, donde las baterías se asimilar a partículas bajo la influencia de un campo de fuerzas central repulsivo. El objetivo es minimizar la energía interna del sistema.



Gráfico 3.3. Solución y parámetros para localizar un número fijo de baterías de contenedores

Tanto en este caso como en el anterior, los cálculos se pueden realizar a partir de un resultado previo, respetando las posiciones y coberturas de las baterías ya localizadas y permitiendo el solape entre soluciones. Todas las soluciones obtenidas en una o varias sesiones se pueden almacenar y recuperar posteriormente.

### 3.3. Captura de una distribución de áreas de aportación consolidada

Las soluciones obtenidas automáticamente son susceptibles de modificación: se permite la eliminación, la adición o el desplazamiento de puntos de recogida. Obviamente, aunque resulta poco operativo, puede construirse una solución de forma manual añadiendo, de una en una, áreas de aportación sobre una zona seleccionada. Las soluciones almacenadas y consolidadas de cada fracción (rechazo, papel-cartón, vidrio, envases, orgánica y otros) se pueden capturar, visualizar y modificar posteriormente (Gráfico 3.4).

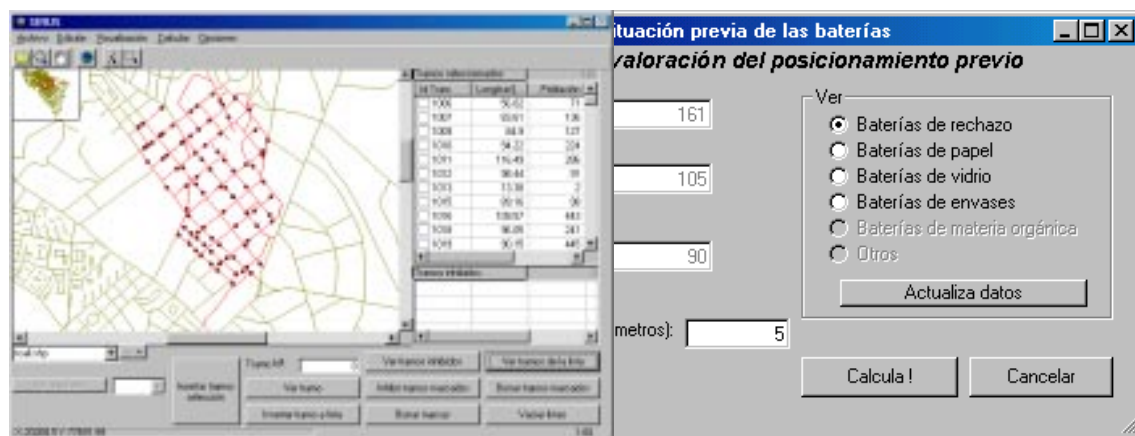


Gráfico 3.4. Captura de distribución de áreas de aportación tras seleccionar un tipo de fracción de residuo

Obviamente, para llevar a cabo la captura de una distribución de áreas consolidada se debe seleccionar el tipo de residuo.

### 3.4. Evaluación de una distribución de áreas de aportación

Los resultados globales significativos de una solución (Gráfico 3.5) son: (1) las distancias máxima y media recorrida por los ciudadanos hasta el área de aportación



más cercana según su posición<sup>8</sup> en la red, (2) la cobertura total, medida en metros, asociada a la distribución de baterías y (3) la población total asignada a los tramos seleccionados. A partir de este punto, se puede proceder al cálculo y reparto de contenedores o a la consulta de resultados en detalle<sup>9</sup>.

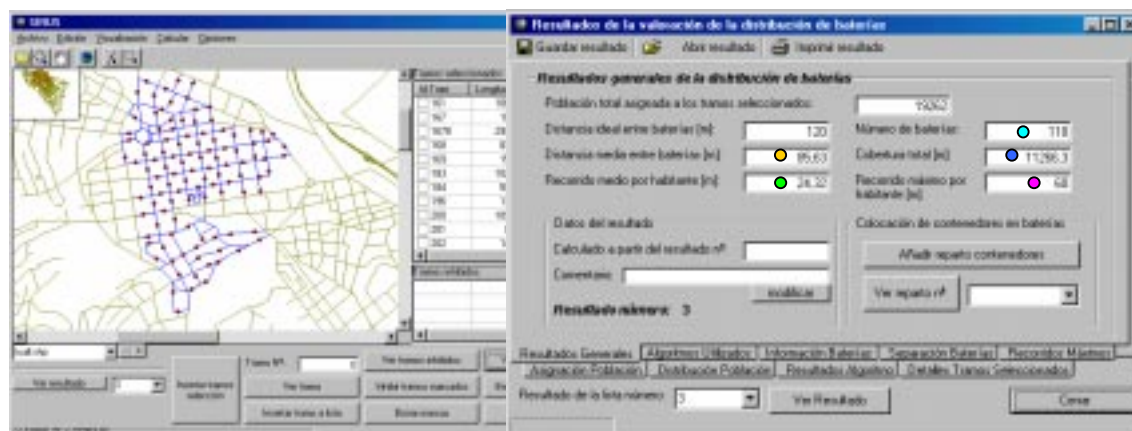


Gráfico 3.5. Resultados generales de la distribución de áreas de aportación

SIRUS ofrece una información valiosa para medir la calidad de servicio ofrecida (Gráfico 3.6). Dada una disposición de puntos de recogida, se determina, para cada tramo, la distancia que separa al ciudadano más perjudicado de la(s) batería(s) más próxima(s), se identifica(n) esta(s) batería(s) y se indica la posición exacta de dicho ciudadano respecto a la distancia del vértice de partida (Fnode) del tramo; también se mide el recorrido medio de los habitantes en cada tramo. Asimismo, se ofrece la curva de distribución de la población en función de la distancia recorrida por los ciudadanos al área de aportación más cercana; esta herramienta sirve para detectar deficiencias en el nivel de servicio asociado al desplazamiento ciudadano: el exceso de carga de población en los últimos intervalos del diagrama es síntoma de una baja calidad del servicio.



Gráfico 3.6. Valoración, por tramos, del recorrido máximo y medio de los habitantes al área de aportación más próxima y situación de ésta en su tramo. Distribución de la población en función de la distancia recorrida por los ciudadanos al área de aportación más cercana

Otro bloque de información interesante está constituido por la asignación de la población a las áreas de aportación<sup>10</sup>; el cálculo se realiza a partir de la población

<sup>8</sup> La población asignada a un tramo se ha supuesto homogéneamente distribuida a lo largo del tramo: densidad de población lineal constante en un tramo, con esta hipótesis, cada habitante se asigna a la batería más próxima teniendo en cuenta su desplazamiento a través de la red.

<sup>9</sup> Se ofrece la posibilidad de consultar información detallada sobre tramos, baterías y habitantes.

<sup>10</sup> Una batería se identifica con el código del tramo a que está asignada y el número de orden, desde el Fnode, en dicho tramo. La posición de una batería se indica con la distancia que la separa del Fnode del tramo a que pertenece.



censada en los tramos bajo los supuestos de distribución homogénea de habitantes en los tramos y que todo ciudadano se dirige al punto de recogida más próximo a él, con ello se determina el número de usuarios de cada área de aportación; también se calcula, para cada área, su cobertura en metros y su vecina más próxima con la distancia que las separa<sup>11</sup>. Para cada cruce de la red, se determina además el área de aportación más cercana a él y la distancia que los separa (Gráfico 3.7).

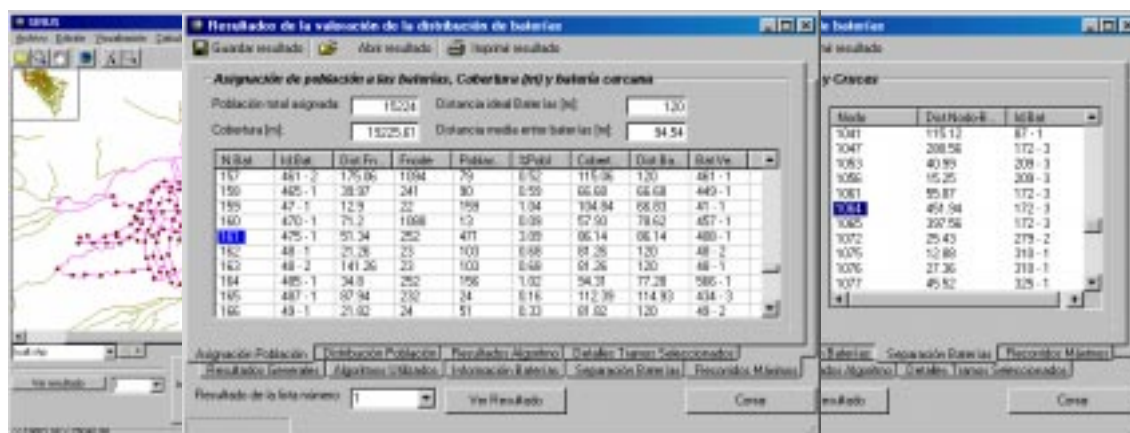


Gráfico 3.7. Asignación de la población a áreas de aportación, cobertura de cada área y separación entre cruces y puntos de recogida más próximos.

### 3.5. Distribución de contenedores en áreas de aportación

Tras decidir qué solución relativa a la distribución de áreas de aportación es la más apropiada, el proceso de diseño del sistema físico de recogida continúa con el cálculo de necesidades de contenedores o el reparto de un número fijo de éstos. Los datos solicitados para el cálculo de necesidades de contenedores son: el volumen de un contenedor, el plazo de recogida, la densidad del residuo objeto de estudio, la masa media de residuo generada por un ciudadano al día y el factor máximo de llenado aconsejable para un contenedor. Con estos datos se estima el número de contenedores mínimo, en cada área de aportación, para satisfacer el servicio (Gráfico 3.8). En caso de optar por el reparto de un número fijo de contenedores<sup>12</sup>, se solicita adicionalmente, el número, el porcentaje de la población participativa<sup>13</sup> y un procedimiento de reparto<sup>14</sup>.

<sup>11</sup> Obviamente SIRUS detecta las baterías que presentan máxima o mínima población, cobertura y máximo o mínimo aislamiento respecto a sus vecinas más próximas.

<sup>12</sup> La opción está pensada para repartir contenedores de las principales fracciones separables: papel y cartón, vidrio, envases ligeros (plásticos) y materia orgánica, cuando no se disponga de suficientes unidades para atender a toda la población o no sea necesario recoger toda la masa potencial de residuo.

<sup>13</sup> Para el rechazo se considera que el grado de participación ciudadana es del 100%; sin embargo, para las fracciones selectivas y según las zonas de un municipio este valor puede reducirse considerablemente, ya que depende de varios factores: concienciación social sobre el medio ambiente, posibilidades de separar el residuo en casa, etc.

<sup>14</sup> Se han incorporado 7 procedimientos de reparto: 6 métodos clásicos de reparto de escaños en una cámara de representantes y uno de distribución espacial con mayor alejamiento entre contenedores.

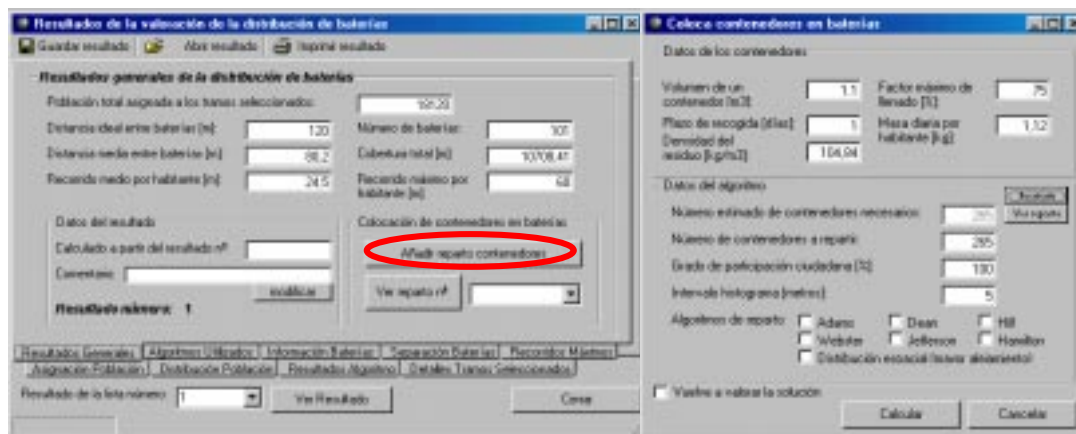


Gráfico 3.8. Determinación de las necesidades de contenedores y procedimientos de reparto dado un número fijo.

### 3.6. Captura de una distribución de contenedores consolidada

Tras seleccionar una zona geográfica, se fija, el volumen y factor máximo de llenado de un contenedor, el plazo de recogida y, para el residuo, su tipo, densidad y masa media generada por ciudadano y día (Gráfico 3.9).

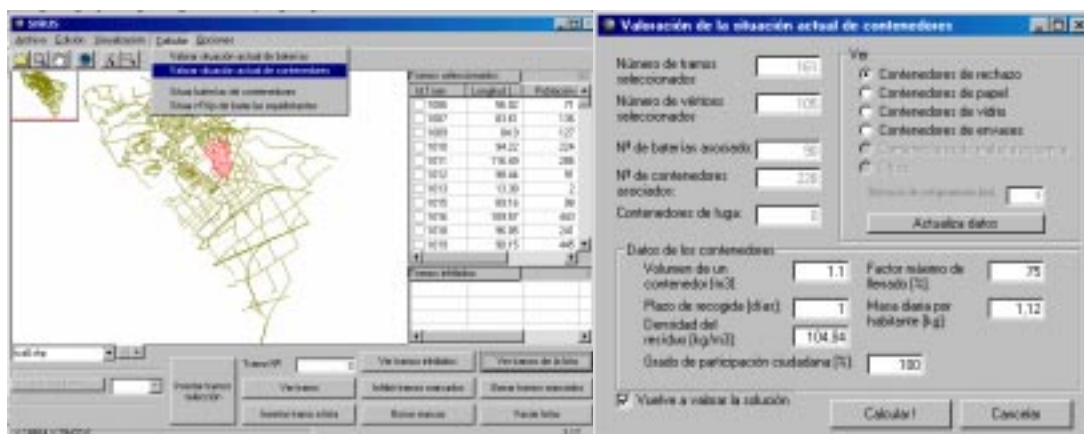


Gráfico 3.9. Captura de distribución de contenedores en áreas de aportación

Si los contenedores seleccionados no son de rechazo, éstos se consideran de fuga o pérdida, salvo que la distancia que los separa de los de fracción no sea superior a la distancia de solapamiento que establece el usuario.

### 3.7. Evaluación de una distribución de contenedores sobre el territorio

Los resultados relativos al cálculo de necesidades de contenedores o al reparto de un número fijo de éstos (Gráfico 3.10) son de dos tipos: agregados por sector y detallados por batería o área de aportación.

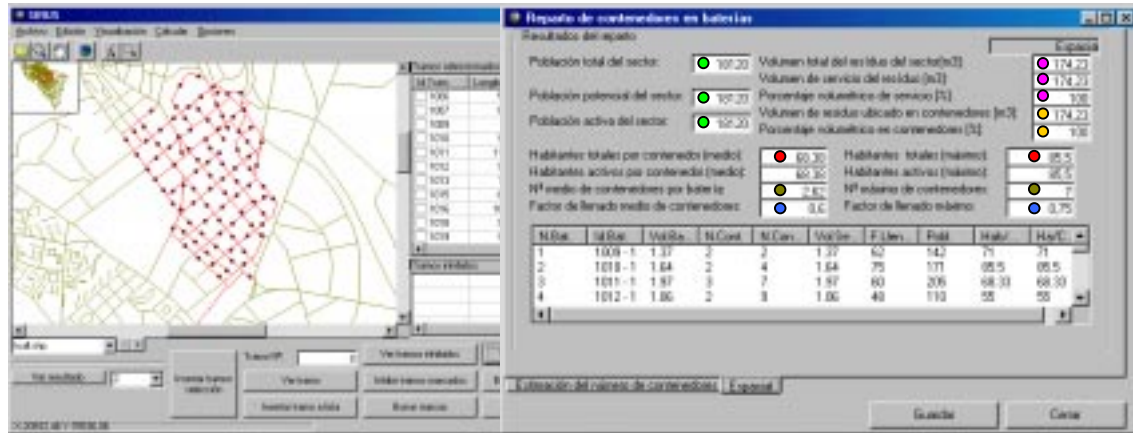


Gráfico 3.10. Resultados del cálculo de necesidades de contenedores o del reparto de un número fijo de éstos.

Los resultados principales agregados por sector son:

- Población total: suma de las poblaciones censadas en los tramos que constituyen la zona seleccionada.
- Población potencial: se obtiene a partir de la población total y el grado de participación de los ciudadanos que tiene en cuenta la separación de residuo en casa.
- Población activa: se determina a partir de la población potencial teniendo en cuenta las pérdidas de residuo que se producen en el servicio de recogida al adoptar la hipótesis de que un ciudadano verterá la fracción en un contenedor adecuado si no encuentra mucho más cerca un contenedor de rechazo (la cercanía la establece el usuario del sistema).
- Volumen total: volumen de residuo asociado a la población total.
- Volumen de servicio: volumen de residuo asociado a la población activa; este volumen puede estar o no ubicado adecuadamente en los contenedores en función de su número y de la capacidad de los mismos.
- Número medio y máximo de ciudadanos por contenedor en función de las poblaciones total y activa.
- Número medio y máximo de contenedores por área de aportación.
- Factor de llenado medio y máximo de los contenedores.

En cuanto a los resultados detallados por área de aportación o batería cabe destacar:

- Volumen total de residuo.
- Volumen de servicio.
- Número de contenedores.
- Factor de llenado de los contenedores.
- Población total.
- Número medio de ciudadanos por contenedor considerando las poblaciones total y activa.

La distinción entre poblaciones responde a un punto de vista industrial del servicio de recogida, pues es conveniente distinguir entre la capacidad que tiene un sector de la población para generar residuo de una cierta fracción (vidrio, papel-cartón, etc.) y la masa que efectivamente puede y/o desea recogerse a través del servicio.



## 4. Alcance del Proyecto

SIRUS ha sido construido para integrarse en el sistema de información geográfica (ARCInfo) disponible actualmente en el Ajuntament de Sant Boi de Llobregat. ARCInfo es un sistema de información, desarrollado por la empresa ESRI, que permite manipular datos geográficos CAD y enlazarlos con bases de datos de sistemas de gestión del propio municipio tales como el padrón de habitantes, impuesto de actividades económicas y datos relativos a tráfico. Dadas sus cualidades como herramienta integradora de información, ARCInfo está ampliamente extendido en los sistemas de gestión municipales.

Teniendo en cuenta la singularidad de los problemas abordados por SIRUS, podemos afirmar, tanto por parte de los miembros del equipo de la UPC como por parte del Ajuntament y entidades relacionadas con la misma problemática, que no existe un producto en la actualidad con las prestaciones de SIRUS.

Las ventajas que ofrece SIRUS, además de su alto grado de compatibilidad en plataforma y sistemas operativos, están en su capacidad de diseño y evaluación de sistemas de recogida urbana selectiva de manera ágil. La gestión del servicio de recogida se hace más compleja con la aplicación del PNRU que obliga a todos los municipios de más de 5000 habitantes<sup>15</sup> a la separación en fracciones.

Por todo ello, el Ajuntament, conjuntamente con la empresa municipal CORESSA, quiere difundir SIRUS entre entidades a las que pertenece o está vinculado, como son:

- ANEPMA. Asociación Nacional de Empresas Públicas de Medio Ambiente
- ATEGRUS. Asociación de Empresas de gestión de residuos
- ISWA. Ategrus a nivel internacional
- Ciudades en contacto: Sevilla, Palma Mallorca, Córdoba, Gijón, Terrasa, y otras.
- AREA METROPOLITANA DE BARCELONA

Con el propósito de subrayar el alcance del Proyecto relacionado con el sistema desarrollado, a continuación se detallan aspectos relevantes del mismo clasificados en dos categorías:

- Científico-técnica
- Económico-social.

### 4.1. Aspectos científico - técnicos

#### 4.1.1. Vertiente informática

Las aplicaciones requeridas y utilizadas son:

- *ARCInfo*: pieza básica del sistema, que permite introducir datos y gestionar los tipos de datos con los que se trabajará. Permite la conversión con sistemas de CAD estándar como Autocad® y Microstation®.
- *ARCVIEW*: herramienta que permite gestionar los datos introducidos con el anterior de una forma intuitiva. Permite trabajar con bases de datos enlazadas y realizar cálculos estadísticos.

---

<sup>15</sup> Sólo en Cataluña hay 120 municipios afectados por la aplicación del PNRU.

- *MapObjects*: librería de programación que permite trabajar con datos que posteriormente se pueden tratar con ARCVIEW y enlazar con lenguajes de programación visual como Visual Basic, Visual C, Delphi, etc.

Con el apoyo en las herramientas anteriormente descritas, SIRUS es un producto construido mediante librerías MapObjects y el lenguaje de programación Visual Basic.

SIRUS posee interfaces intuitivas de aspecto parecido (Gráfico 4.1) a las del sistema ARCVIEW que permite capturar un conjunto de tramos de calle y sus respectivos datos reales del padrón de habitantes. Esta información sirve de base para la realización de los cálculos y aplicación de algoritmos de optimización. Tras los cálculos, el usuario puede visualizar resultados tales como la localización de áreas de aportación en los tramos, hacer modificaciones y exportar nuevas soluciones al formato de datos ARCVIEW para actualizar la base consolidada.



Gráfico 4.1. Aspecto de las interfaces de SIRUS

El tratamiento interno de todos estos datos se realiza mediante archivos temporales de forma que el usuario tiene un histórico de resultados que puede recuperar para comparar situaciones. Asimismo puede añadir comentarios a los resultados para tener referencias de los cálculos efectuados.

Una de las características de SIRUS es su alto grado de compatibilidad, ya que su ejecución requiere plataformas Intel x86 o compatibles y sistemas operativos Microsoft Windows 95/98 o NT 4.

#### 4.1.2. Vertiente algorítmica

En este apartado, los algoritmos diseñados e implantados se clasifican en función del problema abordado:

- Algoritmos para la ubicación de áreas de aportación
- Algoritmos para el reparto de contenedores
- Algoritmos para el diseño de itinerarios

Para la ubicación de puntos de áreas de aportación de residuo, de forma que se garantice que los ciudadanos no recorran una distancia superior a una prefijada hasta la batería más cercana, se han programado 100 procedimientos. Los cien algoritmos para ubicar puntos de recogida sobre una red se pueden clasificar en la categoría de heurísticos con una primera fase de algoritmo greedy determinista o generación aleatoria, más una segunda que corresponde a una optimización local.



Los procedimientos de ubicación de áreas de aportación (Gráfico 4.2) resultan al combinar:

- Cinco criterios de prioridad en la elección de tramos para satisfacer su cobertura, de manera que un tramo se cubre antes que otro, si el valor del índice del primero es mejor que el del segundo. La aplicación de cada criterio ofrece soluciones distintas. Los criterios para ordenar los tramos son: mayor longitud, mayor población, mayor densidad de población, menor densidad de áreas de aportación y ordenación al azar (MultiStart); esta última opción permite generar tantas soluciones, en función del tiempo disponible, como indique el usuario y el sistema retiene la mejor.
- Cuatro formas de alcanzar óptimos locales a partir de una solución inicial con el empleo de algoritmos de descenso exhaustivo y no exhaustivo y con tamaño de vecindario lineal y cuadrático. También se ha tenido en cuenta como posible resultado la solución inicial (sin optimización).
- Cuatro formas distintas de ubicar baterías en los tramos: forzando la simetría en cada tramo o en la parte de la solución construida, y sin respetar la simetría en la colocación de baterías con garantía de cobertura total (caso Asimétrico) en función de la máxima distancia que puede recorrer un ciudadano, o ubicar menos baterías sacrificando parte de cobertura.

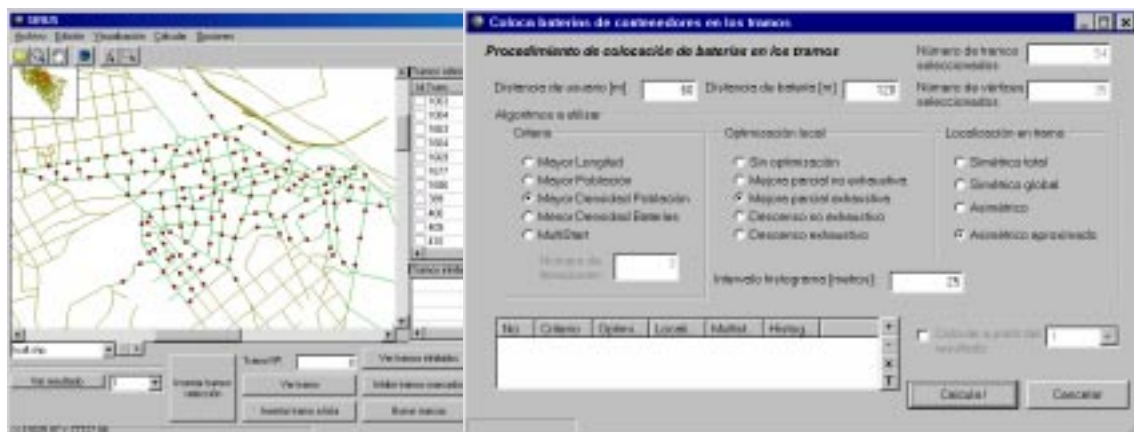


Gráfico 4.2. Procedimientos para la ubicación de áreas de aportación garantizando al ciudadano una distancia máxima de desplazamiento.

Para la ubicación de un número fijo de baterías sobre la red se ha programado un procedimiento heurístico basado en una analogía física, donde las baterías se asimilan a partículas bajo la influencia de un campo de fuerzas central repulsivo. La función objetivo propuesta es minimizar la energía interna del sistema.

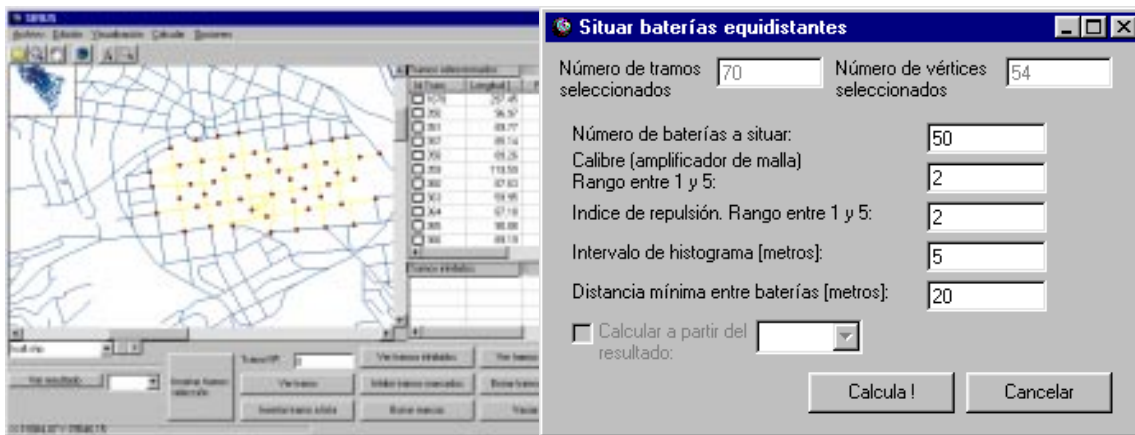


Gráfico 4.3. Parámetros para localizar un número fijo de áreas de aportación.

Los parámetros (Gráfico 4.3) para el modelo correspondiente son:

- Número fijo de baterías a ubicar.
- Índice de repulsión: es directamente proporcional al exponente de la distancia entre dos partículas cualesquiera en un campo central repulsivo.
- Calibre: se emplea para generar una malla de emplazamientos posibles equidistantes: amplificación de la malla. Estos emplazamientos son los únicos puntos de la red que pueden albergar una batería. La densidad de la malla aumenta con el valor del calibre.
- Distancia mínima entre baterías: genera una restricción para evitar la concentración de baterías en algunas zonas de la red.

Para el reparto de un número fijo de contenedores en las áreas de aportación se han programado seis procedimientos clásicos de reparto de escaños en una cámara de representantes y una analogía física similar a la empleada para ubicar un número fijo de baterías.

Ciertamente, el problema de reparto proporcional ha sido ampliamente estudiado, no obstante es en el terreno político hacia donde principalmente se ha enfocado este estudio. Entre los infinitos métodos de divisor existentes hay cinco que se consideran tradicionalmente históricos: Adams, Dean, Hill, Webster y Jefferson, este último conocido también por método de d'Hondt. El sexto método de reparto proporcional seleccionado es el Hamilton (elecciones sindicales).

Cada método tiene sus ventajas e inconvenientes, por ejemplo el de d'Hondt beneficia a las mayorías, por tanto su aplicación servirá para concentrar más contenedores en aquellas baterías que tengan más población asignada (válido desde el punto de vista industrial). En el otro extremo, el de Adams beneficia a las minorías, por lo que se puede garantizar servicio a todos los ciudadanos en cuanto a recorridos.

#### 4.1.3. Incidencia de SIRUS en actividades de investigación

En SIRUS se concentran una serie de técnicas de análisis, modelización, resolución e implantación propias de la línea de investigación Organización Industrial<sup>16</sup>. De hecho, el proyecto se enmarca en la categoría de decisiones de gestión relativas al diseño de

<sup>16</sup> Código 53119901: Línea del Departamento de Organización de Empresas (DOE) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).



sistemas productivos y logísticos. Concretamente, se abordan problemas clasificados<sup>17</sup> bajo las denominaciones:

- Localización (*Location problem*)
- Reparto proporcional (*Apportionment problem*)
- Diseño de itinerarios (*Vehicle routing problem*)

SIRUS aporta nuevas variantes de los tres problemas mencionados, pues ha sido necesario considerar, por motivos obvios de aproximación a la realidad, una serie de criterios de optimización y tipología de restricciones distintas, en ambos casos, a los que comúnmente encontramos en la literatura científica. No obstante, como suele ser frecuente, estas referencias han servido de base y de inspiración a la hora de modelar y diseñar procedimientos de resolución para el proyecto.

Las variantes detectadas abren nuevas vías de trabajo en el campo de aplicaciones y diseño de procedimientos de resolución. En efecto, tanto el problema de localización de baterías o puntos de recogida de residuos como el de diseño de itinerarios son problemas de optimización combinatoria, difíciles de resolver de forma óptima por su complejidad<sup>18</sup> intrínseca. Para la resolución de estos problemas se puede emplear:

- (a) Procedimientos exactos basados en técnicas de exploración dirigida en árboles y grafos de búsqueda.
- (b) Algoritmos heurísticos *greedy* deterministas.
- (c) Algoritmos heurísticos *greedy* aleatorios: GRWASP.
- (d) Algoritmos de exploración de entornos: Búsqueda Tabú (TS), Recocido simulado (SA) y Algoritmos genéticos (GA).

Los procedimientos anteriores son generales y requieren, para diseñar un algoritmo en sentido estricto, la definición de una serie de elementos tales como: cotas, estrategias de exploración, reglas de prioridad, lista y reglas tabú, temperatura, y operadores de selección cruce y mutación.

En SIRUS se han incorporado procedimientos clasificados en las categorías (b) y (c), sin explotar, por supuesto, todas sus posibilidades. Queda pendiente, por tanto, un ingente trabajo relacionado con el estudio del comportamiento de algoritmos, objeto de un Proyecto de Investigación enfocado principalmente a resolver problemas de diseño de itinerarios y de localización, labor que debe canalizarse a través de Trabajos Final de Carrera y Tesis doctorales.

Obviamente, los problemas de diseño de itinerarios y de localización de servicios en zonas urbanas no son exclusivos de la recogida de residuos; sirvan como ejemplo: líneas de autobuses, rutas de reparto, localización de cabinas, cajeros, etc. Este hecho propicia nuevas extensiones del proyecto SIRUS.

## 4.2. Aspectos económico - sociales

### 4.2.1. Planificación y programación del servicio de recogida de residuos

Las aportaciones que ofrece SIRUS en este terreno son claras, entre ellas:

- Es posible planificar a medio y largo plazo de manera ágil el servicio de recogida selectiva en un municipio o zona del mismo. Para ello basta con simular

<sup>17</sup> La clasificación corresponde a la disciplina Investigación Operativa, estrechamente ligada a los Métodos cuantitativos de Organización Industrial.

<sup>18</sup> Garey & Johnson (1979); *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*. Freeman.

escenarios en el futuro para los que, básicamente, se requiere la evolución de la población y la información referente a planes urbanísticos. Esto significa que es posible diseñar el sistema físico de recogida en una nueva urbanización sin que sea necesario que el ajuste del servicio se realice sólo a partir de un proceso de ensayo y error sobre un sector poblado del territorio.

- También es posible, con el apoyo de un sistema de seguimiento, programar de manera rápida las operaciones necesarias para ajustar el servicio de recogida ante cambios planificados (pe. calle en obras, mejora de la vía pública) e imprevistos (pe. inundaciones).

Obviamente, estas labores, cuya responsabilidad recae sobre las empresas municipales y coordinan los ayuntamientos, requieren un gran esfuerzo si no se dispone de herramientas informáticas que apoyen y justifiquen las decisiones relativas a la oferta de un buen servicio.

#### **4.2.2. Servicio de información al ciudadano**

Los resultados que ofrece SIRUS pueden ser también útiles para que los ciudadanos estén informados detalladamente sobre el servicio de recogida.

Una de las propuestas para la extensión del proyecto es ofrecer, a través de SIRUS, un sistema de información para dar respuesta a las consultas ciudadanas; por ejemplo:

- Situación del área de aportación más cercana a un número de una determinada calle.
- Situación de los contenedores de las distintas fracciones respecto a un punto del municipio.
- Distancia mínima que debe recorrer un ciudadano para depositar un tipo de residuo.

Esta información, que ya ofrece el sistema, es fundamental para justificar las decisiones tomadas para la oferta del servicio en caso de que se produzcan quejas sobre el mismo.

El servicio de información se puede ofrecer directamente al ciudadano a través de diversas vías, como la telefónica o la página web del municipio; o de forma colectiva a través de otros medios de comunicación.

#### **4.2.3. Estandarización de sistemas**

El alto grado de compatibilidad de SIRUS y la amplia difusión de ARCInfo en los sistemas de gestión municipales hacen pensar en su aceptación en otros municipios como una herramienta estándar. Este hecho supone una mejor comunicación entre ayuntamientos y empresas con intercambio de experiencias relativas al diseño e implantación de sistemas físicos de recogida; lo cual repercute, nuevamente, en el mejor aprovechamiento de recursos.

#### **4.2.4. Reducción de costes y mejora del servicio**

Los resultados que ofrece SIRUS permiten desvelar deficiencias en la calidad del servicio tales como recorridos ciudadanos muy largos y áreas de aportación sobrecargadas; también desvelan derroches innecesarios como número de contenedores en exceso o áreas de aportación muy próximas. Este tipo de resultados,

que se obtienen interactivamente y en breve tiempo con cada modificación sobre el diseño del sistema físico, servirá para tomar las medidas correctivas oportunas con el objetivo de mejorar la calidad y aprovechar mejor los recursos.



## 5. Actividades y su financiación

La realización del proyecto se dividió inicialmente en cinco fases, una de contacto y cuatro de desarrollo:

- Fase 0: Informativa.
- Fase 1: Fase Delimitativa.
- Fase 2: Fase Instrumental [prototipo].
- Fase 3: Fase Documental.
- Fase 4: Operativa.

### 5.1. Actividades

La división por fases, partes y actividades se detalla a continuación:

#### Fase 0: Informativa

##### 010 ELABORACIÓN DE INFORME MEMORIA DE GESTIÓN-98 CORESSA

- 10. Datos sobre servicios
- 20. Datos sobre personal

##### 020 COLECTA DE DATOS SOBRE RESIDUOS

- 10. Tipos de residuos, clasificación, composición, porcentajes de presencia, pesos específicos, volumen por habitante, tipo y año.
- 20. Evolución en la generación de residuos por tipo (previsiones).

##### 030 COLECTA DE DATOS SOBRE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE RECOGIDA.

- 10. Camiones, volúmenes, coeficientes de compactación, peso específico de residuos compactados.
- 20. Contenedores, capacidades, coeficientes de compactación, peso específico de residuos compactados, superficie ocupada, versatilidad en tipo de recogida (lateral, frontal o trasera).
- 30. Sistemas de recogida.

##### 040 PREPARACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS AJUNTAMENT

- 10. División del territorio en tramos.
- 20. Población por tramos.
- 30. Tiempos y sentido de recorrido en tramos.
- 40. Ubicaciones de emplazamientos (coordenadas, tipo y número).
- 50. Actividades comerciales e industriales en tramos.

##### 050 NORMATIVA VIGENTE.

- 10. Solicitud.
- 20. Estudio.

##### 060 RECOGIDA DE INFORMACIÓN SOBRE SISTEMAS EN OTROS MUNICIPIOS.

- 10. Poblaciones catalanas.
- 20. Poblaciones estatales.
- 30. Poblaciones europeas.
- 40. Poblaciones norteamericanas.

##### 070 TRASPASO HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS AJUNTAMENT - IOC

- 10. Bases de datos numéricas.
- 20. Bases gráficas.

##### 080 INSTALACIÓN EN IOC DE SOFT Y BASES CONVIVIALES CON AJUNTAMENT.

- 10. Sistema de información gráfica.
- 20. Bases de Datos.

090 FAMILIARIZACIÓN CON SOFT AJUNTAMENT EN IOC.

- 10. Bases de datos.
- 20. Programas.

**Fase 1: Delimitativa**

110 DETERMINACIÓN DE SISTEMAS DE RECOGIDA A INCORPORAR EN EL ESTUDIO.

- 10. Alternativas a priori.
- 20. Selección.
- 30. Definición del grado de tratamiento de alternativas seleccionadas.

120 DEFINICIÓN DE DATOS

- 10. Entradas a las aplicaciones 0, 1 y 2.
- 20. Salidas de las aplicaciones 0, 1 y 2.

130 DEFINICIÓN DE MODALIDADES DE PRESENTACIÓN DE DATOS.

- 10. Presentación de entradas.
- 20. Presentación de salidas.

140 DEFINICIÓN DE ALGORITMOS.

- 10. Aplicación 0: Localización de baterías o puntos de recogida y vertido.
- 20. Aplicación 1: Distribución de contenedores.
- 30. Aplicación 2: Diseño de itinerarios.

**Fase 2: Instrumental: Desarrollo del Prototipo**

210 DETECCIÓN GAPS Y DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS INTERFACES.

- 10. Gap entradas y salidas aplicaciones 0, 1 y 2.
- 20. Gap presentaciones entradas y salidas aplicaciones 0, 1 y 2.

220 ALGORITMOS APLICACIÓN 0: LOCALIZACIÓN DE BATERÍAS

- 10. Diseño de algoritmos AA0.
- 20. Programación AA0.
- 30. Pruebas aisladas AA0.
- 40. Interfaces prototipo para AA0 con sistema Ajuntament.
- 50. Pruebas con interfaces prototipo y bases de datos Ajuntament.
- 60. Implantación.

230 ALGORITMOS APLICACIÓN 1: DISTRIBUCIÓN DE CONTENEDORES

- 10. Diseño de algoritmos AA1.
- 20. Programación AA1.
- 30. Pruebas aisladas AA1.
- 40. Interfaces prototipo para AA1 con sistema Ajuntament.
- 50. Pruebas con interfaces prototipo y bases de datos Ajuntament.
- 60. Implantación.

240 ALGORITMOS APLICACIÓN 2: DISEÑO DE ITINERARIOS DE RECOGIDA URBANA

- 10. Diseño de algoritmos AA2.
- 20. Programación AA2.
- 30. Pruebas aisladas AA2.
- 40. Interfaces prototipo para AA2 con sistema Ajuntament.
- 50. Pruebas con interfaces prototipo y bases de datos Ajuntament.
- 60. Implantación.

### **Fase 3: Documental: Redacción informe**

#### **310 PARTE I: ANÁLISIS.**

10. Introducción a los sistemas de recogida de residuos.
20. Análisis del sistema actual de recogida en el municipio de Sant Boi.
30. Marco general de la recogida de residuos en el municipio de Sant Boi.

#### **320 PARTE II: BÚSQUEDA DE SOLUCIONES.**

10. Definición de necesidades.
20. Diseño y desarrollo de propuestas.

#### **330 PARTE III: SELECCIÓN.**

10. Evaluación de alternativas.
20. Selección de alternativas.
30. Proyecto de Implantación.

### **Fase 4: Operativa: Sistema informático.**

#### **410 IMPLANTACIÓN.**

10. Interfaces definitivas para AA0, 1 y 2 con sistema Ajuntament.
20. Pruebas con interfaces definitivas y bases de datos Ajuntament.
30. Instalación.

## **5.2. Financiación**

El Proyecto ha sido financiado íntegramente por el Ajuntament de Sant Boi de Llobregat a través de un convenio de colaboración Universidad Empresa (C3445). La propiedad de los trabajos derivados del Proyecto, tal como se estableció en el Convenio, está compartida entre la UPC y el Ajuntament.

## **5.3. Seguimiento**

Durante el desarrollo del Proyecto, con reuniones de seguimiento quincenales, se ha establecido una estrecha colaboración entre los miembros participantes de la UPC, Ajuntament de Sant Boi y la empresa municipal CORESSA. Todas las actividades relativas a la definición de objetivos y criterios, suministro de información, adecuación de bases de datos, diseño, desarrollo e implantación de procedimientos de resolución, etc., difícilmente se habrían ejecutado con éxito, dada la singularidad de los problemas planteados, de no haberse constituido un equipo pluridisciplinal en el marco de un convenio de colaboración Universidad-Empresa.





## **PARTE II**

La Parte II se dedica a la Gestión de residuos urbanos. Tras clasificar y establecer una tipología y composición de los residuos municipales, se recogen datos de interés como porcentajes de presencia, pesos específicos y generación anual por fracción y habitante. Se sintetiza, posteriormente, el marco legal, resaltando la importancia de los efectos producidos por la aplicación del PMGRM (Programa Metropolitano de Gestión de Residuos Municipales). A continuación se presentan los sistemas de recogida de residuos municipales más usuales, considerando el servicio ofrecido a través de las fracciones y el grado de atención al cliente, así como las distintas técnicas entre las que figuran la clásica de camión-contenedor y la recogida neumática. Finalmente, en esta Parte II, se describen los sistemas adoptados por distintas poblaciones catalanas, como Barcelona y Sant Cugat, del resto del Estado, como Madrid y Valencia, del resto de Europa, como Birmingham y Helsinki, y norteamericanas, como New York y Portland.



## 6. Los residuos

El diseño y la implantación de un sistema integrado, como SIRUS, para la recogida de residuos municipales, requiere e implica un conocimiento previo y actualizado de la evolución de los deshechos generados en un municipio.

El enfoque de la problemática que suscita la recogida de los residuos municipales, es un hecho individual y particular de cada población, si bien, dentro de la variedad y la disparidad de los datos y la información medioambiental, se proponen unos estándares que reflejan la realidad.

El conocimiento de las propiedades y los atributos de la masa residual generada en una ciudad o población, requiere el análisis de una serie de puntos. Estos puntos son:

- Clasificación de residuos.
- Tipos de residuos.
- Composición de los residuos.
- Porcentajes de presencia.
- Pesos específicos.
- Cantidad de residuos generados anualmente.
- Cantidad generada de cada fracción.
- Cantidad generada por habitante.

### 6.1 Clasificación de residuos

En el ámbito más próximo a la clasificación de los residuos generados en Sant Boi de Llobregat, el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) adopta la clasificación de los residuos propuesta en el Catàleg de Residus de Catalunya (CRC), que fija el marco legal actual para la gestión de la recogida.

Las categorías en las que se divide la ordenación de los residuos en el Catàleg de Residus de Catalunya (CRC), se ajustan a las formuladas, tanto nacional como internacionalmente, y reúnen, en un grupo independiente, a todos los residuos generados en un municipio.

Los residuos municipales, llamados generales en el CRC, no presentan una lista tan extensa como la de los desechos industriales, si bien, este hecho es debido a la generalización de cada una de las fracciones que conforman el residuo municipal.

A pesar de este agrupamiento generalizado, el estudio detallado de las fracciones que componen la basura diaria en una población, sólo presentará aquéllas categorías con una presencia mínima en peso del 1 %.

La tabla<sup>1</sup> que se presenta a continuación (Tabla 6.1), contiene la parte de los residuos municipales contemplada en la clasificación de los residuos generales que propone el Catàleg de Residus de Catalunya (CRC).

---

<sup>1</sup> Tabla extraída de la web de la Junta de Residus (JR): [www.junres.es](http://www.junres.es).

<b>Clasificación de los residuos municipales según el CRC</b>	
2001	<b>RESIDUOS GENERALES</b>
20010	Papel y cartón
20010	Vidrio
20010	Plásticos
20010	Caucho (incluidos los neumáticos triturados)
20010	Piezas metálicas i virutas
20010	Madera
20010	Residuos orgánicos
20011	Aceites vegetales
20011	Productos de limpieza
20011	Ropa, trapos y textil en general no incluidos en el grupo 15
20011	Pinturas, tintes, resinas, colas, barnices y disolventes (excepto grupos
20011	Tubos fluorescentes i luces de vapor de mercurio
20011	Aerosoles
20011	Electrodomésticos con sustancias peligrosas (frigoríficos,...)
20011	Electrodomésticos sin sustancias peligrosas (lavaplatos,...)
20011	Pilas de formato grande
20011	Pilas botón
20012	Medicamentos caducados (botiquines), excepto los grupos 07 y 18
20012	Tierras, escombros y restos de obra
20012	Tóners
20012	Fitosanitarios, pesticidas, insecticidas
20012	Cenizas de hornos o calderas
20019	Residuos generales no recogidos selectivamente
20019	Otros residuos generales
2002	<b>OTROS RESIDUOS NO ESPECIFICADOS</b>
20020	Residuos orgánicos de parques y jardines
20020	Residuos de jardines de origen mineral (tierra, piedras,...)
20020	Residuos de limpieza viaria de calles, plazas,...
20020	Residuos de fosas sépticas
2003	<b>ENVASES Y EMBALAJES (excepto los del grupo 15)</b>
20030	Envases y embalajes de papel y cartón
20030	Envases y embalajes de plástico
20030	Envases y embalajes de madera
20030	Envases y embalajes metálicos
20030	Envases y embalajes de vidrio
20030	Latas de aluminio
20030	Envases tipo tetra-brick®
20030	Envases y embalajes compuestos
20039	Otros envases y embalajes

Tabla 6.1: Clasificación de los Residuos en Cataluña

## 6.2 Tipos de residuos

El número de fracciones en las que se divide el residuo generado en los municipios, según las clasificaciones propuestas por las organizaciones oficiales, es excesivo para ser considerado, en la actualidad, para gestionar un sistema de recogida de residuos.

Los municipios y las entidades encargadas de eliminar los residuos de las poblaciones, adoptan otra clasificación menos técnica, que agrupa las diferentes categorías en unas fracciones con mayor presencia en el total.

Las categorías consideradas reflejan la oferta actual de los sistemas de recogida vigentes, y en general, éstas son:

- El papel y el cartón.
- El vidrio.
- Los plásticos, tetra-bricks® y metales (envases ligeros).
- La materia orgánica.
- El rechazo.

Las 5 fracciones enumeradas son las que tienen una mayor presencia en las 3 clasificaciones oficiales presentadas, y la fracción correspondiente al rechazo agrupa las categorías no incluidas en las 4 primeras: papel, vidrio, envases ligeros y materia orgánica.

En los últimos años, la recogida selectiva ha evolucionado hacia otras fracciones potenciales que disponen de sus propios mecanismos de recogida en los municipios. Estas fracciones con menos presencia son:

- Pilas.
- Medicamentos.
- Aceites.
- Tierras y escombros.
- Muebles y trastos.
- Electrodomésticos.
- Residuos domésticos (pinturas, neumáticos, maderas,...).

## 6.3 Composición de los residuos municipales

La composición de los residuos tiene dos interpretaciones claramente diferenciadas, la real y la recogida. La composición real, tal y como su nombre indica, es la separación real y detallada de todos los deshechos generados en un hogar o en un municipio, en las fracciones identificadas como tipos de residuos.

En la disposición de los residuos para su posterior recogida, la composición no se corresponde con la real, y cabe distinguir dos tipos: las composiciones recogidas realmente y las resultantes de unas previsiones efectuadas por los organismos responsables del control de las mismas.

Las fracciones y los porcentajes que componen el residuo municipal no son valores estáticos ni universales, pues dependen de los hábitos, el nivel económico y otros muchos aspectos de la zona analizada. Sin embargo, los estándares aceptados para representar esta composición no varían de manera apreciable para el conjunto de países desarrollados.

Los valores más generales son los que representan la composición de los residuos municipales en los dos grandes bloques de países desarrollados: la Unión Europea y los Estados Unidos de América, junto a Canadá. En la región europea, únicamente se consideran las fracciones principales, agrupando en una fracción llamada otros, el resto de residuos con una menor presencia en peso en la generación. La composición de los residuos europeos se representa en el Gráfico 6.1.

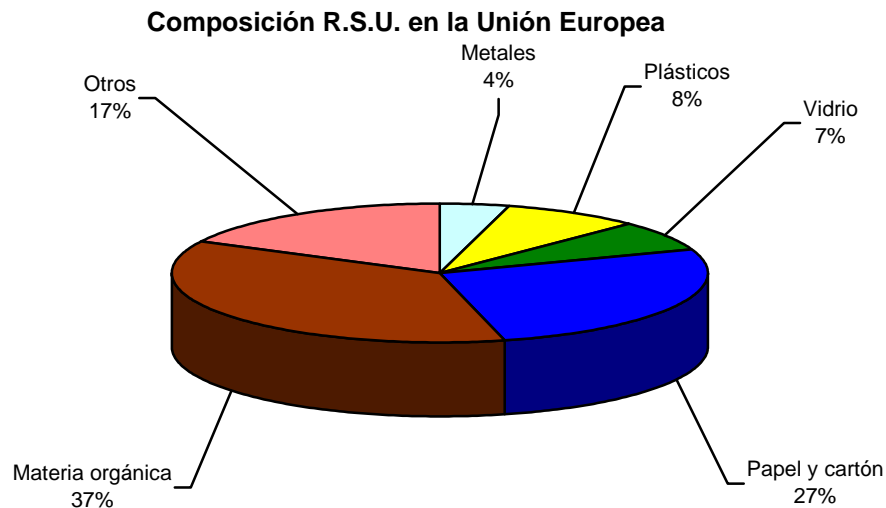


Gráfico 6.1: Composición de los residuos en la Unión Europea

Los valores medios proponen un comportamiento estándar de toda la población de una zona geográfica. En el Gráfico 6.2 se observa las diferencias<sup>2</sup> en el comportamiento y la generación de residuos entre diferentes zonas de una misma área, en este caso, 4 países de la Unión Europea.

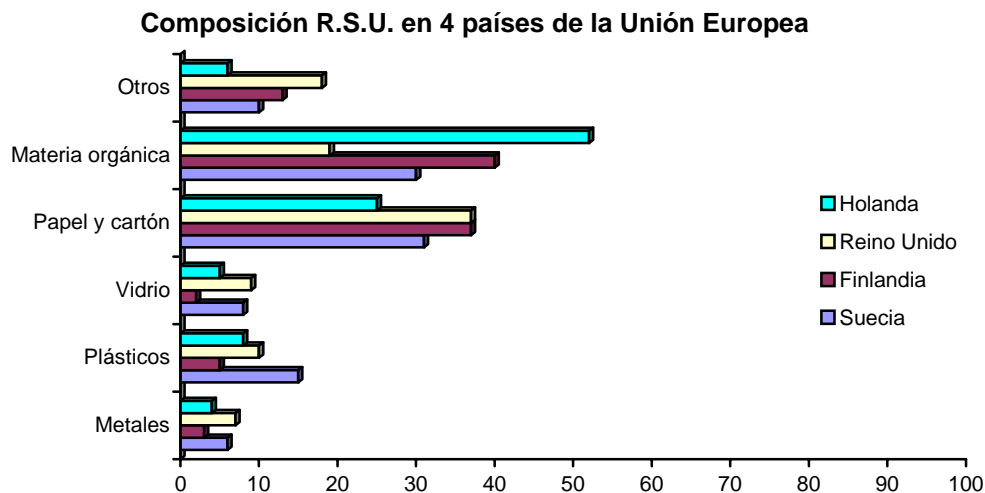


Gráfico 6.2: Composición de los residuos en 4 países de la Unión Europea

<sup>2</sup> Gráficos extraídos de un documento de La Casa de la Ecología, S.L. (consultar bibliografía).

En el segundo gran bloque, los Estados Unidos de América, la composición<sup>3</sup> se divide en más fracciones o tipos de residuo, como consecuencia del desarrollo de la recogida selectiva y la reducción del rechazo.

#### Composición R.S.U. según U.S.E.P.A. en los EE.UU.

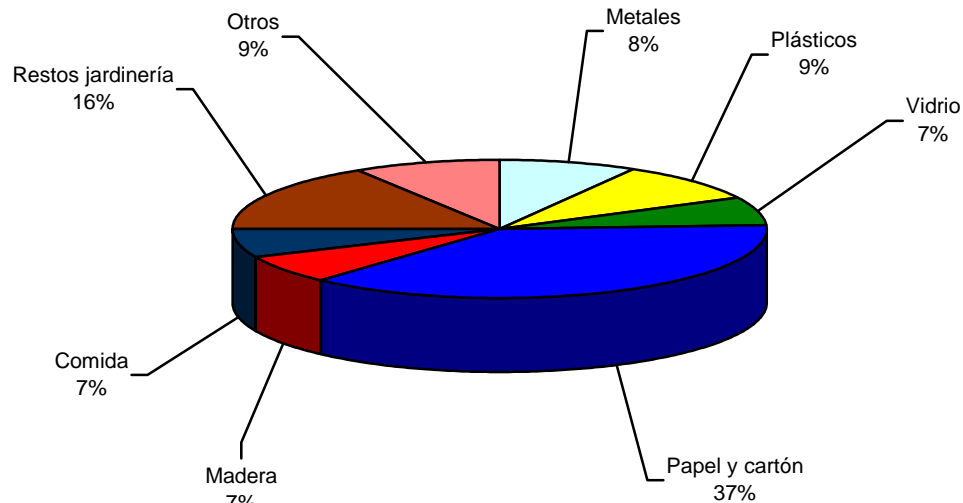


Gráfico 6.3: Composición de los residuos en los EE.UU.

La materia orgánica engloba las fracciones correspondientes a los restos de jardinería y comida que se consideran de forma separada en los Estados Unidos de América.

En el Ministerio de Medio Ambiente de España se proponen unos valores estándares<sup>4</sup> para todo el estado, que desmenuza la composición de los residuos en las fracciones con diferente presencia e importancia en los sistemas de recogida, reduciendo la fracción que agrupa las categorías con menos presencia.

#### Composición R.S.U. según Medio Ambiente en España

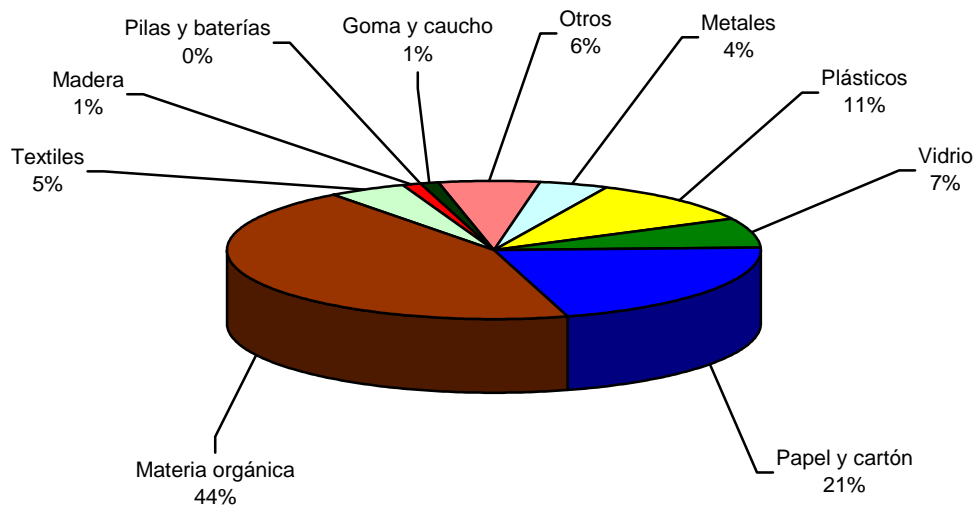


Gráfico 6.4: Composición de los residuos en España

<sup>3</sup> Gráfico extraído de web de la USEPA: [www.epa.gov](http://www.epa.gov).

<sup>4</sup> Gráfico extraído de un documento del Ministerio del Medio Ambiente (consultar bibliografía).

Los datos más cercanos y fiables sobre la composición de los residuos<sup>5</sup> municipales en Sant Boi de Llobregat, se obtienen de la base de datos de las entidades responsables de los desechos generados en el Área Metropolitana de Barcelona (AMB), la Junta de Residus (JR) y la Entitat del Medi Ambient (EMA).

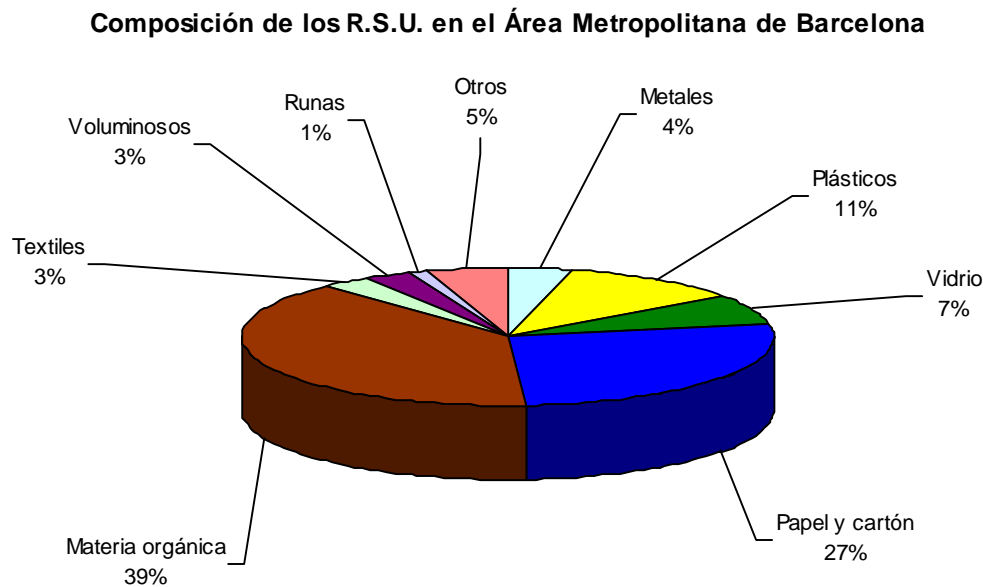


Gráfico 6.5: Composición de los residuos en el Área Metropolitana de Barcelona

### 6.4. Porcentajes de presencia

La composición de la recogida de residuos, es el porcentaje de cada fracción que se recoge de manera selectiva o separada. La recogida diaria de la bolsa de basura provoca la aparición de una nueva fracción, que siendo la que tiene una mayor presencia, no se identifica con ninguna categoría de residuos, ya que engloba todos los deshechos que no son separados con una recogida adecuada.

La disposición de unos estándares para una zona o región parece poco adecuada y no refleja la realidad de la situación actual. La recogida selectiva se ha integrado, de manera escalonada y con diferentes intensidades, en las ciudades de una determinada zona o país, y por lo tanto, el único porcentaje de interés para Sant Boi de Llobregat es el obtenido a lo largo del último año documentado.

---

<sup>5</sup> PMGRM. Àrea Metropolitana de Barcelona. Entitat del Medi Ambient.



Las fracciones consideradas<sup>6</sup> en el Gráfico 6.6 sólo hacen referencia a las recogidas durante el año 1.998 con una presencia mayor del 0,01 %, y por lo tanto, algunas fracciones como: los medicamentos, los aceites, los neumáticos,... no se consideran.

Sant Boi de Llobregat ha iniciado la recogida selectiva de los envases ligeros (plásticos, envases y metales) durante la gestión del año 1.999, y por lo tanto, el porcentaje representado en el Gráfico 6.6 es nulo.

**Separación de los R.S.U. en Sant Boi durante la gestión de 1.998**

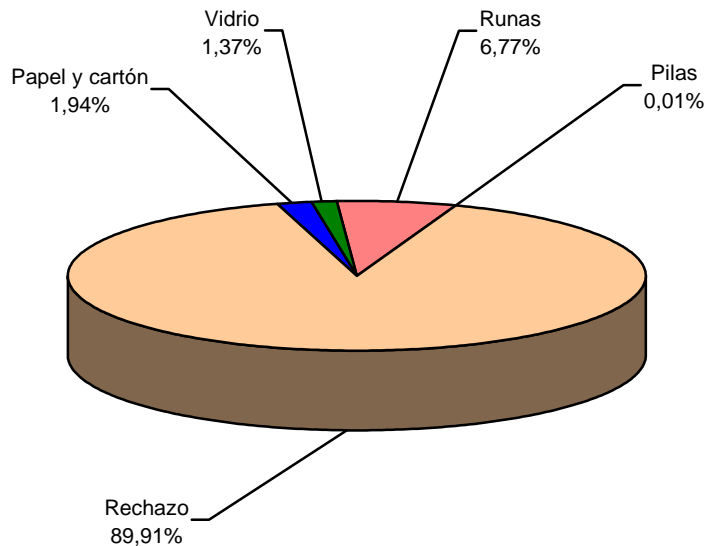


Gráfico 6.6: Recogida de los residuos en Sant Boi de Llobregat

## 6.5. Pesos específicos

El peso específico es una de las características más importantes del residuo sólido urbano como consecuencia del proceso de recogida necesario en cualquier plan de gestión residual que se desarrolle.

La unificación de criterios para la asignación de un único peso específico a cada tipo de residuo, resulta difícil puesto que la composición propia de cada residuo aumenta o disminuye este valor.

El establecimiento de unos valores medios, para el peso específico de cada una de las principales fracciones identificadas en los municipios, es muy variable debido a la dependencia de la categoría del residuo y, además, de las características del elemento desechable: forma, dimensiones,... Por ejemplo, un periódico y un listín de teléfono pertenecen al mismo tipo y categoría de residuo, sin embargo, los pesos específicos de uno y otro son muy diferentes.

La variabilidad de estos valores promueve la unificación de unos estándares, que para las entidades responsables de la gestión de los residuos en España<sup>7</sup> y los Estados Unidos de América<sup>8</sup>, alcanza un acuerdo prácticamente total en todas las categorías.

---

<sup>6</sup> Gráfico obtenido de los datos de la Memoria de CORESSA sobre la gestión de residuos en Sant Boi en 1.998.

La Tabla 6.2 ofrece un valor típico para el peso específico, además de un rango con un máximo y un mínimo que simbolizan la variabilidad de este concepto aún perteneciendo a un mismo tipo y fracción de residuo. Todos los valores, excepto el de la última fila, expresan el peso específico de los residuos antes de la compactación que reciben en el camión o en el lugar donde se depositan finalmente.

<b>Pesos específicos de los R.S.U. en España y los Estados Unidos de</b>						
<i>Tipo de Residuo</i>	<i>España</i>			<i>EE.UU.</i>		
	<i>Peso específico [<math>\text{kg}/\text{m}^3</math>]</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Peso específico [<math>\text{kg}/\text{m}^3</math>]</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>
Residuos de cocina mezclados	131	481	291	131	481	291
Papel	42	131	89	42	131	89
Cartón	42	80	50	42	80	50
Plásticos	42	131	65	42	131	65
Textiles	42	101	65	42	101	65
Goma	101	202	131	101	202	131
Cuero	101	261	160	101	261	160
Restos jardín	59	225	101	59	225	101
Madera	131	320	237	131	320	237
Vidrio	160	481	196	160	481	196
Latas de hojalata	50	160	89	50	160	89
Aluminio	65	240	160	65	240	160
Otros metales	320	115	320	320	115	320
Cenizas	650	831	745	650	831	745
Basuras	89	181	131	89	181	131
Residuos compactados en	178	451	297	178	451	297

Tabla 6.2: Pesos específicos según datos españoles y americanos

Siguiendo con la preferencia de adoptar y analizar los valores más próximos a la realidad del municipio de Sant Boi de Llobregat, la Tabla 6.3 muestra los pesos específicos típicos<sup>9</sup> asignados a las fracciones con mayor presencia en la recogida actual según la Junta de Residus (JR) y la Entitat del Medi Ambient (EMA). El Programa que rige la gestión residual en Sant Boi de Llobregat propone los siguientes valores:

<b>Pesos específicos en Cataluña según la Junta de Residus</b>	
<i>Tipo de Residuo</i>	<i>Peso específico [<math>\text{kg}/\text{m}^3</math>]</i>
Materia orgánica compostable	340
Rechazo (contenedor normal)	100
Papel y cartón (contenedor azul)	100
Vidrio (contenedor verde)	330
Envases (contenedor amarillo)	30

Tabla 6.3: Pesos específicos según la Junta de Residus

<sup>7</sup> Datos extraídos de un documento de La Casa de la Ecología (consultar bibliografía).

<sup>8</sup> Datos extraídos de un documento de la editorial Mc Graw - Hill (consultar bibliografía).

<sup>9</sup> Datos extraídos de un documento del Institut Cerdà (consultar bibliografía).

En el mismo orden de características propias de los residuos, la humedad es otro atributo con una especial importancia en la recogida y almacenamiento en las calles. Su valor también es variable según la fracción considerada y la zona o área de análisis.

Algunos valores típicos<sup>10</sup> se presentan a continuación en la Tabla 6.4, con un rango que limita los valores máximos y mínimos para el tanto por ciento de humedad en peso de una fracción de residuo.

<b>Humedad de los R.S.U.</b>			
<i>Tipo de Residuo</i>	<i>Humedad [% en</i>		
	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Típic</i>
Residuos de cocina mezclados	50	80	70
Papel	4	10	6
Cartón	4	8	5
Plásticos	1	4	2
Textiles	6	15	10
Goma	1	4	2
Restos jardín	30	80	60
Madera	15	40	20
Vidrio	1	4	2
Aluminio	2	4	2
Otros metales	2	4	3

Tabla 6.4: Humedad de los residuos según datos españoles

## 6.6. Cantidad de residuos generados anualmente

La magnitud predominante en los estudios de generación de residuos es el peso, y por lo tanto, las unidades utilizadas para cuantificar la cantidad de residuo generado son los kilogramos o las toneladas según el periodo de tiempo considerado.

En los sistemas de recogida, más importante que el peso de residuo generado en un espacio de tiempo, es el volumen ocupado por este residuo, antes y después de compactarlo. Sin embargo, los datos analizados y los estándares propuestos siguen expresándose en unidades de peso.

Un valor que recibe una gran aceptación, y que pretende reflejar la generación de residuos municipales, son los 1,20 kilogramos que se consideran que un ciudadano genera de media cada día. Esta constante no refleja la realidad, puesto que contiene dos partes, perfectamente diferentes. La primera, es la que realmente genera cada ciudadano en su hogar, mientras que la segunda, es una cuota que se le asigna por los desechos producidos en los comercios, industrias,...

La generación de residuos de un municipio es un dato que se puede estimar con un alto grado de fiabilidad si se dispone de la población total y de esta constante. No obstante, si el municipio dispone de una actividad comercial especialmente importante

<sup>10</sup> Datos extraídos de un documento de la editorial Mc Graw - Hill (consultar bibliografía).

o despreciable, la estimación proporciona cantidades inferiores y superiores, respectivamente.

Las cantidades anuales de residuos municipales generadas en Sant Boi de Llobregat durante los últimos años son:

- Gestión 1.992: Residuos totales<sup>11</sup> = 30.959  $\text{tm/año}$
- Gestión 1.993: Residuos totales<sup>11</sup> = 30.300  $\text{tm/año}$
- Gestión 1.996: Residuos totales<sup>12</sup> = 34.290  $\text{tm/año}$
- Gestión 1.998: Residuos totales<sup>13</sup> = 36.293  $\text{tm/año}$

La cantidad generada diariamente por cada individuo de Sant Boi, se aproxima al valor propuesto como estándar para un municipio con una actividad comercial media.

## 6.7. Cantidad generada de cada fracción

Las cantidades generadas de cada fracción son cálculos y estimaciones realizadas a partir de la composición real de los residuos y de las cantidades recogidas en cada población. El peso o volumen real de una fracción no es un dato de fácil evaluación, sino que, es necesario efectuar suposiciones para proponer información con un cierto grado de fiabilidad y validez.

En las Tablas 6.5 y 6.6 se calculan las cantidades generadas de las fracciones principales identificadas en los residuos municipales, suponiendo que Sant Boi se caracteriza como una población estándar del Área Metropolitana de Barcelona (AMB).

Porcentajes de residuos en Sant Boi de Llobregat		
Año 1996		
Población	78.005 hab.	
Residuos municipales	34.290 $\text{tm/año}$	
kg habitante / día	1,204	
Residuo	Porcentaje	$\text{tm/año}$
Materia orgánica	39 %	13.373,1
Papel y cartón	27 %	9.258,3
Plástico	11 %	3.771,9
Vidrio	7 %	2.400,3
Metales	4 %	1.371,6
Textiles	3 %	1.028,7
Voluminosos	3 %	1.028,7
Runas	1 %	342,9
Otros	5 %	1.714,5

Tabla 6.5: Cantidades generadas por fracción en Sant Boi en 1.996

<sup>11</sup> Dato extraído de Estudio del Centre d'Estudis de Planificació (consultar bibliografía).

<sup>12</sup> Dato extraído de PMGRM y web de la Junta de Residus.

<sup>13</sup> Dato extraído de la Memoria de la gestión de 1.998 en Sant Boi de Llobregat.

Porcentajes de residuos en Sant Boi de Llobregat		
<i>Año 1998</i>		
Población (1.999)	79.860 hab.	
Residuos municipales	36.293 <sup>tm</sup> /año	
kg habitante / día	1,245	
<i>Residuo</i>	<i>Porcentaje</i>	<i><sup>tm</sup>/año</i>
Materia orgánica	39 %	14.154,27
Papel y cartón	27 %	9.799,11
Plástico	11 %	3.992,23
Vidrio	7 %	2.540,51
Metales	4 %	1.451,72
Textiles	3 %	1.088,79
Voluminosos	3 %	1.088,79
Runas	1 %	362,93
Otros	5 %	1.814,65

Tabla 6.6: Cantidades generadas por fracción en Sant Boi en 1.998

### 6.8. Volúmenes por habitante

En otro orden de valores, la generación de residuos por habitante es un dato que ya se ha comentado con anterioridad, pero que merece una mención especial.

Cabe destacar y diferenciar la capacidad de generar residuos sólidos urbanos dependiendo del área considerada y de la actividad comercial implícita. Así pues, algunos de los valores típicos<sup>14</sup> para el caso del estado español se presentan en la tabla 6.7:

Generación de residuos en España		
<i>Área</i>	<i>kg/hab.día</i>	<i>kg/hab.año</i>
Área rural	0,600 – 0,960	220 – 350
Área urbana	0,930 – 1,290	340 – 470
Gran ciudad	0,820 – 1,430	300 – 520

Tabla 6.7: Generación de residuos en España

<sup>14</sup> Tabla extraída de un documento de La Casa de la Ecología (consultar bibliografía).



## 7 Marco legal: El PMGRM

El proyecto SIRUS debe adaptarse de principio a fin a las necesidades presentadas por el municipio de Sant Boi de Llobregat. Esta premisa se alterará en aquellos puntos dónde la normativa que rige la recogida de residuos municipales, impida acciones concretas o guíe y condicione la estrategia a seguir en el proyecto.

### 7.1. Estudio de la normativa vigente

El marco legal que rige la recogida de residuos urbanos del municipio de Sant Boi de Llobregat es el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM).

Este programa afecta tanto a la población de Sant Boi de Llobregat, como a otros 32 municipios que forman conjuntamente el Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), con una población total (según el censo del 1.996) de 2.904.941 habitantes, y con una extensión aproximada de 585 km<sup>2</sup>.

#### 7.1.1. Introducción

El Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) fue aprobado definitivamente por el Consell Metropolità de la Entitat del Medi Ambient (EMA) del Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), el día 17 de julio de 1.997. Los objetivos prioritarios de este Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) son:

- Minimizar la generación de residuos.
- Valorizar los residuos mediante la recogida selectiva (3 R's): Reciclaje, recuperación y reutilización.
- Disponer correctamente el rechazo.
- Regenerar espacios degradados.

El Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) reconoce la necesidad de realizar un fuerte esfuerzo inversor y social en la primera fase (1.998-1.999). Para obtener una posición pionera, estos esfuerzos deberán ser importantes, puesto que Sant Boi de Llobregat y SIRUS no pretenden únicamente seguir la propuesta de la Entitat del Medi Ambient (EMA), sino estar a la cabeza en los cambios, modificaciones e innovaciones dentro del campo medioambiental.

El correcto funcionamiento del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos, que finalmente proponga SIRUS, estará supeditado a una esencial colaboración ciudadana y de los agentes económicos y sociales.

#### 7.1.2. Marco legal

El Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) se enmarca dentro del Programa d'Actuació de la Entitat Metropolitana dels Serveis Hidràulics i del Tractament de Residus (EMSHTR), regulado por el artículo 18 de la Ley 7/1987, del 4 de abril, por la cual se creó esta Entidad Metropolitana, que adopta la denominación de Entitat del Medi Ambient (EMA) del Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Así pues, el Proyecto SIRUS está regulado por los mismos preceptos legislativos por los que procede el PMGRM.

### 7.1.3. Área Metropolitana de Barcelona

La población de Sant Boi de Llobregat está integrada en el grupo de 33 municipios que forman el Área Metropolitana de Barcelona<sup>15</sup> (AMB), y el estudio en el que se basa el PMGRM, parte de una información completa referente a la gestión actual de los residuos municipales en el ámbito de todas estas 33 localidades, que sirven de base para el estudio y la elaboración del plan propuesto por el Programa.



Gráfico 7.1: Mapa de situación

Así pues, el PMGRM no sólo establece el marco legal que pone los límites a SIRUS, sino que también ofrece una importante cantidad de información de alta fiabilidad utilizada como fuente de datos para su utilización y contraste. El estudio desvela que SIRUS se está desarrollando en un municipio, que si bien tendrá su proyecto particular y personalizado, es considerado estándar dentro del conjunto del AMB.

### 7.1.4 Gestión de los Residuos en el Área Metropolitana de Barcelona

La EMA propone una nueva gestión de los residuos municipales que planifica una serie de acciones que deben ser la base para el Proyecto SIRUS. Cualquier resultado obtenido de SIRUS que no alcance los mínimos exigidos y marcados por el PMGRM, será considerado como un paso atrás para lograr el liderazgo en la gestión medioambiental.

La planificación total para la gestión de residuos es competencia de la EMA, pero los Ayuntamientos tienen asignada, entre otras, la función de recogida de la basura.

Así pues, SIRUS centra el estudio en la recogida como parte de la gestión completa de los residuos municipales, y es necesario asegurar la compatibilidad de su desarrollo y resultados, con los procesos de tratamiento y disposición diseñados por la EMA.

Para encaminar el desarrollo continuado y sin pausas de la gestión de los residuos municipales propuesta por el PMGRM, se fijan unos objetivos, que obviamente son considerados en SIRUS:

<sup>15</sup> Mapa extraído de la web de la Generalitat de Catalunya: [www.gencat.es](http://www.gencat.es).



- Aumentar la minimización de residuos tanto en cantidad como en toxicidad, influyendo sobre la cadena de distribución y consumo y sobre los ciudadanos.
- Aumentar la reutilización, el reciclaje y la valorización de los residuos en el conjunto de la gestión de los residuos urbanos.
- Reducir la cantidad de residuos que vayan al vertedero sin haber sufrido un tratamiento previo.
- Limitar la disposición del rechazo de los residuos a las fracciones residuales no susceptibles de valorización.
- Adecuar las instalaciones de disposición del rechazo actuales a la normativa vigente, ampliando el nivel de exigencia a las normas establecidas en países de vanguardia medioambiental.
- Dotar de la infraestructura de recogida selectiva y de disposición del rechazo para la consecución de estos objetivos generales y de los particulares del PMGRM.
- Descentralizar en el territorio el conjunto de plantas de tratamiento que fomenta la identificación y la participación de los municipios y sus ciudadanos en la gestión corresponsable de los residuos y que contribuya al mismo tiempo a la reducción de recursos energéticos favorecida por el aumento de la proximidad entre el punto de recogida y el de tratamiento.
- Incrementar el número de puestos de trabajo implicados de forma directa o indirecta en la gestión de residuos municipales.
- Reducir el impacto ambiental derivado de la gestión de los residuos urbanos.
- Reducir el número de toneladas vertidas incontroladamente en el conjunto del Área Metropolitana de Barcelona (AMB).
- Reforzar el papel de la Entitat de Medi Ambient (EMA) como única autoridad en el tratamiento y la disposición de los residuos y la recogida de los materiales inorgánicos en el ámbito de su competencia.
- Dotar a los municipios de los mecanismos de información, de logística y de la infraestructura adecuada para mejorar la prestación de los servicios de recogida y tratamiento de la basura.
- Establecer los mecanismos de financiamiento para la consecución de los objetivos generales y particulares del PMGRM.
- Establecer los instrumentos de comunicación, información y participación que permitan la corresponsabilización de los ciudadanos y los agentes sociales y económicos, que son en definitiva los generadores de los residuos urbanos.

Después de exponer los objetivos filosóficos que persigue el PMGRM, SIRUS se somete también a unos límites numéricos impuestos por la evolución del plan de gestión completa de los residuos municipales.

Las previsiones de la EMA sugieren una evolución continuada para todo el conjunto de los municipios que forman el AMB. La población de Sant Boi de Llobregat, que desea ser una de las ciudades líderes en la gestión medioambiental, no puede quedar relegada en las previsiones propuestas en el PMGRM, pero tampoco debe caer en la tentación y el error de ir por delante de todos los organismos, creando un plan de recogida de residuos que no pueda ser absorbido, con posterioridad, para su correcto tratamiento y disposición.

### 7.1.5. Modelo de recogida en el PMGRM

El PMGRM propone organizar la recogida selectiva en cuatro niveles según las fracciones a recoger:

- Acera (Vorera): Contenedores para la recogida selectiva ubicados en la vía pública, muy cerca del usuario, con el fin de facilitar la colaboración ciudadana. Un recorrido inferior a los 50 metros y un contenedor para cada 100 habitantes son dos buenos indicadores del nivel de recogida.
- Área de aportación (Àrea d'aportació, AA): Contenedores para un ahorro en la gestión y una reducción del número de artefactos en la vía pública. La limitación a 300 metros la distancia máxima al usuario es una norma de diseño adecuada, pero la distancia será menor en áreas densamente pobladas.
- Puerta por puerta (Porta a porta, P a P): Servicio práctico, y en muchas ocasiones más económico, para la recogida domiciliaria o a comercios de aquellas fracciones que por sus características permiten conseguir elevados porcentajes de recuperación.
- Punto verde (Deixalleria o punt verd): Instalación adecuada para la recogida de residuos municipales voluminosos o especiales, runas en pequeñas cantidades, situada a una distancia mayor respecto al ciudadano.

La recogida selectiva implica dividir el sistema de gestión de los residuos en estudios particulares para cada una de las fracciones residuales a recoger:

- Materia orgánica: La recogida de la materia orgánica se realizará con contenedores de color marrón situados en la acera al lado de los contenedores de rechazo. La dimensión de los contenedores será 260 ó 450 litros según la cantidad de impropios que acompañan la fracción orgánica, menos del 5 % o más del 5 % respectivamente.
- Papel y cartón: La importante fracción que representa, la segunda después de la materia orgánica, y su importante volumen aconsejan la disposición de contenedores tipo iglú de 2.500 litros en las áreas de aportación. Este modelo será, posteriormente, apoyado por un sistema de recogida puerta por puerta.
- Vidrio: Esta fracción también podrá recogerse en las áreas de aportación en contenedores tipo iglú.
- Envases ligeros: Esta fracción también podrá recogerse en las áreas de aportación en contenedores tipo iglú.
- Voluminosos: La recogida de la fracción de voluminosos se realiza puerta por puerta.
- Textiles: Esta fracción también se recoge puerta por puerta.
- Especiales y voluminosos: Los puntos verdes recogen principalmente escombros y voluminosos de pequeños industriales y usuarios particulares que aportan residuos no ordinarios.
- Rechazo: Esta fracción, cada vez menos importante en cuanto a volumen, se seguirá recogiendo en contenedores de 1.100 litros en la misma zona que actualmente.

## 8. Sistemas de recogida de residuos municipales

Los sistemas de recogida de residuos sólidos urbanos, también conocidos como residuos municipales, han evolucionado considerablemente en los últimos años, dejando atrás un servicio anticuado y primitivo, para dar paso a un servicio con un alto nivel cualitativo y tecnológico, y que, cada vez más, respeta el medio ambiente.

En la actualidad estos sistemas de recogida están siendo implantados en los países desarrollados con más o menos premura, pero sin pausa.

El sistema de recogida abarca una gran cantidad de conceptos, todos ellos importantes, que juntos lo conforman. La combinación de estos conceptos, en sus diferentes alternativas, genera un sistema de recogida. La mayoría de estos conceptos se pueden agrupar en dos grandes grupos:

- El servicio ofrecido.
- La técnica de recogida adoptada.

### 8.1 El servicio ofrecido

El número de variables que interviene en la determinación del nivel de servicio, que ofrece un municipio con el sistema de recogida implantado, es considerable, y por lo tanto, únicamente se analizan las más destacadas.

- Fracciones recogidas.
- Grado de atención al cliente.

#### 8.1.1. Fracciones recogidas

La recogida selectiva está ganando terreno y protagonismo respecto a la recogida de todos los residuos en una única fracción, el rechazo. Esta variable está sufriendo una transformación radical, y es que disponer de una recogida urbana selectiva, está pasando de ser un privilegio y un orgullo para el municipio, a una necesidad y una obligación de la que nadie puede escapar.

El municipio de Sant Boi de Llobregat, que está integrado en el Área Metropolitana de Barcelona (AMB), está enmarcado dentro de un programa de gestión de residuos (PMGRM), que contempla enérgicamente la implantación progresiva de la recogida selectiva en sus municipios.

La composición de la basura tradicional, de los hogares y los comercios, en fracciones que puedan ser recicladas y recuperadas no es una tarea fácil, y requiere de la colaboración de todas las partes implicadas en el proceso de recogida, por lo que se debe lograr una colaboración del ciudadano que, a cambio, necesita apreciar una mejora en la calidad del servicio prestado y en las facilidades proporcionadas.

La implantación de la separación de las fracciones acostumbra a realizarse de manera progresiva, es decir, se descompone el rechazo en las fracciones presentes en los residuos de forma escalonada, y en función del porcentaje de presencia y la composición de cada una de las fracciones.

Generalmente, la evolución y el desarrollo de la recogida selectiva se divide en dos frentes. El primero, corresponde a las fracciones con un porcentaje de presencia mayor en los residuos municipales, es decir, materia orgánica, papel y cartón, vidrio y envases ligeros. Por el contrario, el segundo frente aborda el problema de las fracciones que, con menos presencia en los desechos diarios, tienen un nivel de contaminación más elevado, como podrían ser: pilas, baterías, aceites, electrodomésticos, escombros, neumáticos,...

En una estrategia de implantación común se empieza separando el papel y cartón y el vidrio del resto de fracciones. En el siguiente paso, se apartan los envases ligeros del rechazo, para finalmente separar la fracción con mayor presencia en la composición de los residuos, la materia orgánica. El resto de fracciones presentes (escombros, metales, textiles, aceites, pilas y medicamentos) son minoritarias y se recogen con sistemas alternativos.

En cualquier caso, la estrategia de implantación de la recogida selectiva no es única, y debe adaptarse a las necesidades y los hábitos de los habitantes de la zona o área.

### **8.1.2. Grado de atención al cliente**

En los sistemas de recogida de una ciudad, municipio o población, los clientes y usuarios son los habitantes y los comerciantes que desean deshacerse de los residuos que han generado.

Los residuos generados en un centro urbano se pueden clasificar en dos grandes grupos: los que se producen en los hogares y residencias, y los producidos en las diferentes actividades comerciales que alberga la población. Esta división se aplica en algunos países para separar la gestión recibida por un y otro grupo. El primero recibe el mismo trato que en el resto de países, mientras que el segundo, exige al comercio que contrate un servicio de recogida independiente que se ajuste a sus necesidades. Por lo tanto, el grado de servicio al cliente en este caso es superior, al igual que el coste que supone, repercutiendo directamente en la actividad.

Cuando la gestión de los residuos no distingue los dos grupos presentados, surge una alternativa que cada día se afianza más como solución para el control del gran volumen de basura generada por los comercios en algunas fracciones determinadas. Esta alternativa se conoce como la recogida puerta a puerta, y tal y como su nombre indica, aumenta la atención al cliente – comercio, a la vez que le exige un almacenamiento mayor y una separación de las fracciones.

Para el grupo principal, los residuos generados en los hogares, la atención recibida no es un factor determinante en la sociedad actual, y su valoración técnica se limita al cálculo de unos ratios y la exigencia de unos niveles mínimos en los mismos. Los parámetros mínimos actuales evalúan el nivel de satisfacción del cliente con el servicio de recogida, limitando las distancias máximas recorridas por un usuario hasta el área destinada a la disposición de los residuos y restringiendo el número de usuarios que deben compartir una zona de disposición.

El valor de los ratios no es estándar, y cada zona geográfica fija unos niveles adecuados a sus necesidades y al grado de implantación de la recogida selectiva alcanzado.

## 8.2 Técnica adoptada para la recogida

Este segundo concepto define la técnica adoptada por cada población para desarrollar físicamente la recogida de residuos urbanos.

Atendiendo al grado de detalle en la definición de las técnicas de recogidas, se generalizan todas las variables que no aportan diferencia en el mecanismo de recogida, y entonces, es posible agrupar las técnicas principales y más utilizadas, en tres grandes grupos.

- Técnica "clásica" de camión - contenedor.
- Técnica de recogida subterránea.
- Técnica de recogida neumática.

### 8.2.1. Técnica "clásica" de camión - contenedor

Actualmente es la técnica más extendida, aunque, cada vez más, está diversificando sus procedimientos dando como resultado técnicas totalmente distintas. El que podría ser catalogado como el clásico entre los clásicos, es la recogida de los residuos con un vehículo que circula por la población vaciando una serie de pequeños centros de almacenaje temporal de basura que están distribuidos por las calles.

A partir de esta definición, tan general como superficial, se añaden características a todos los elementos que forman parte de la técnica, y se obtiene un sistema de recogida.

La técnica parte de la reconversión, de un sistema mucho más primitivo, hacia un procedimiento con un menor impacto ambiental en la población y en el medio ambiente. La idea y la mejora de la técnica, siguen evolucionando dando como resultado nuevas versiones de esta modalidad y nuevas tecnologías como las otras dos que se analizan.

El vehículo es uno de los elementos principales de esta técnica, siendo el más utilizado el camión, que ha evolucionado desde las antiguas cajas abiertas (todavía en uso en algunas poblaciones) hasta las cajas compactadoras actuales, pasando por simples cajas cerradas que aún se aplican para el traslado de residuos ya compactados desde los puntos intermedios de almacenaje hasta su destino final.

El otro elemento que cabe destacar, es el contenedor donde se almacenan los residuos en la vía urbana. La diversificación de este elemento se debe, fundamentalmente, a la separación de las fracciones que componen el residuo urbano, y a las propiedades de éstas, tales como: peso específico, humedad, porcentaje de presencia, volumen generado, frecuencia necesaria de recogida,... Todas estas características, juntamente con la necesidad de reducir el impacto visual de la recogida, han condicionado el diseño de estos puntos de almacenaje de residuos urbanos. La capacidad de los contenedores, el material de construcción, la adaptabilidad a la técnica de recogida,... son parámetros que distinguen dos sistemas que utilizan esta misma técnica.

La combinación de los dos elementos, el vehículo y el contenedor, conduce a cuatro percepciones distintas de la llamada técnica "clásica", dependiendo del sistema de vaciado del contenedor en el vehículo. El sistema más conocido es la recogida trasera, es decir, el vaciado del contenedor se realiza situando éste en la parte posterior del vehículo. La segunda variante utiliza el mismo procedimiento, pero trasladándolo a la

parte delantera del camión. La tercera, la recogida lateral, efectúa la descarga tal y como su nombre indica, por uno de los laterales del vehículo. Por último, la recogida superior, muy utilizada en el vaciado de los contenedores de selectiva tipo iglú, se efectúa en la parte superior del camión mediante un sistema de pluma.

La recogida lateral es la más moderna del conjunto de técnicas que agrupan el sistema de camión y contenedor.

La técnica de recogida lateral puede ser desarrollada por un único operario, el conductor del camión, que efectúa la descarga desde el interior del habitáculo, mientras que en las otras tres variantes son necesarios tres operarios para todo el proceso. Por el contrario, los contenedores deben ser estáticos tanto en el caso de la recogida lateral como en la recogida superior, para que su vaciado pueda efectuarse correctamente.

La evolución de esta técnica se está encaminando hacia una reducción del impacto visual, con la colocación de contenedores más "atractivos" para el usuario, y la reducción del ruido provocado por el proceso de recogida, es decir, una mejora indirecta del servicio proporcionado al usuario. De las constantes y grandes variaciones de esta técnica, han surgido nuevas ideas como las siguientes técnicas.

### **8.3. Técnica de recogida subterránea**

Tanto la recogida subterránea, como la recogida neumática, podrían considerarse como variaciones, evoluciones o adaptaciones de la técnica "clásica" de recogida con vehículo y contenedor, en cuanto utilizan los mismos elementos, aunque éstos, posean propiedades distintas y concretas que, normalmente, están encaminadas a proporcionar un mejor servicio al cliente y a reducir el impacto medioambiental.

En el caso de la primera de ellas, la recogida subterránea, la cualidad más destacable que presenta, es que aporta al sistema una eliminación completa de las zonas de recogida de residuos de la superficie de la vía pública, reduciendo así el impacto visual, ya que los contenedores permanecen enterrados. Por el contrario, estas áreas no pueden ser ocupadas, puesto que la recogida debe efectuarse con el mismo procedimiento, que en muchos casos es más costoso.

#### **8.3.1. Técnica de recogida neumática**

Esta última técnica que se presenta, comparte con la anterior la reducción del impacto ambiental y visual, a la vez que aporta también una reducción en la tarea de vaciado de los contenedores.

A pesar de que los elementos empleados son los mismos, sus propiedades son muy diferentes. Los contenedores utilizados son grandes depósitos enterrados y aislados completamente de la superficie de la vía pública, la carga de los cuáles se efectúa desde unos puntos situados estratégicamente en la calzada, y que, ocupando un espacio mínimo, provocan un impacto visual prácticamente nulo. El nombre adoptado por esta técnica radica en el sistema de evacuación de los residuos hacia el vehículo, con una succión que vacía los depósitos.

El principal problema que presenta esta técnica yace en las necesidades de espacio para desarrollar una recogida selectiva, donde el número de fracciones se incrementa proporcionalmente al espacio requerido. La solución a este problema, es la recogida en distintas franjas horarias, aunque esta actuación reduce la colaboración ciudadana y el nivel del servicio ofrecido.

## **9. Sistemas de recogida de residuos en otros municipios**

Resulta conveniente poder enmarcar la situación actual de la gestión de residuos urbanos a escala mundial y, posteriormente, con más concreción, en Sant Boi de Llobregat, proponiendo diferentes sistemas de gestión a distintas escalas, que se están aplicando y desarrollando en todo el mundo.

La propuesta se desarrolla en dos poblaciones de cuatro ámbitos distintos, que ayudan a comprender la situación actual, sin ser, en ningún caso, referencias o modelos a seguir, puesto que uno de los puntos en los que se sustenta el éxito de un proyecto medioambiental, reside en lograr una adaptación y una particularización máxima de la actuación sobre la zona en cuestión. Las áreas analizadas son:

- Poblaciones catalanas.
- Poblaciones estatales.
- Poblaciones europeas.
- Poblaciones norteamericanas.

### **9.1. Poblaciones catalanas**

Para abarcar y resumir la gestión medioambiental desarrollada en la Comunidad de Cataluña se estudian dos localidades significativas:

- Barcelona.
- Sant Cugat del Vallés.

El análisis realizado, para todas las ciudades, es superficial, y sólo pretende entrar en contacto con los sistemas de gestión de los residuos en el mundo actual para poder conocer en que posición se encuentra, actualmente, Sant Boi de Llobregat.

#### **9.1.1. Barcelona**

Es inevitable la comparación de Sant Boi de Llobregat con la ciudad más grande e importante de Cataluña, Barcelona. Además, la proximidad y ubicación de las dos poblaciones conlleva un comportamiento muy parecido de sus habitantes.

Por el contrario, Barcelona dispone de muchos más habitantes, y se podría considerar una ciudad más alta, es decir, con unos edificios con más pisos y altura que los de Sant Boi de Llobregat, por lo tanto, con una densidad de población más elevada.

En lo que hace referencia a su gestión medioambiental, se puede considerar la misma que en Sant Boi puesto que está ligada al mismo Programa de gestión de residuos: Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) del Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB).

La composición de los residuos municipales es la que se propone en el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) y, por lo tanto, coincide con la de Sant Boi de Llobregat.

Barcelona tiene una población estacional de 1.508.805 habitantes (censo de 1.996) ocupando una superficie de 97,6 km<sup>2</sup>, y generando 705.685 toneladas de residuos urbanos, que recibirán una gestión basada en las mismas directrices que la de Sant Boi de Llobregat hasta el año 2.006, en lo que hace referencia a tratamiento, disposición y porcentajes de recogida para el reciclaje. La generación diaria de residuos municipales por habitante en Barcelona es ligeramente superior que la registrada en Sant Boi, con una diferencia que no supera los 100 de gramos.

A pesar de pertenecer al mismo grupo de municipios y estar regidos por un mismo Programa, la recogida no se realiza, al menos hasta el momento, de la misma manera, y Barcelona ofrece y posee un abanico de sistemas más amplio.

El sistema de recogida implantado y existente en la ciudad de Barcelona tiene su base en la recogida trasera normal, con la utilización de camiones y contenedores del mismo tipo que los utilizados en Sant Boi de Llobregat. La ciudad Condal también ha iniciado la recogida selectiva de vidrio, de plástico y envases, y de papel y cartón, en contenedores tipo iglú, así como la disposición de diversos puntos de recogida de pilas.

Barcelona ha iniciado, también, algunos proyectos innovadores en la gestión de residuos que ha implantado, de forma reducida, en algunos de sus barrios. Estos proyectos son, por ejemplo, la recogida neumática instalada en tres puntos de la ciudad, así como un sistema de recogida puerta a puerta en comercios.

La recogida neumática está implantada desde 1.992 en más de cinco mil hogares de la Villa Olímpica. En los últimos dos años se han construido instalaciones de este sistema en el barrio de la Ribera y en el de Gracia, recogiendo selectivamente en este último las diversas fracciones según el horario de recogida de los camiones.

Por el contrario, las recogidas puerta a puerta se extienden a los dos principales generadores de residuos urbanos, los hogares y los comercios. En el barrio de Ciutat Vella se efectúa una recogida puerta por puerta en algunos hogares, mientras que en diversas zonas del Eixample de Barcelona, los comercios deben almacenar cartón y papel que es recogido puerta por puerta.

Barcelona también ha incorporado la recogida lateral en su sistema de gestión de residuos, si bien, su implantación está localizada en zonas muy concretas de los barrios de Sant Martí y Sants-Montjuïc.

La recogida de materia orgánica también se ha iniciado en diferentes puntos del municipio, aunque los niveles alcanzados quedan lejos de los otros residuos recogidos selectivamente, que ya disponen de un contenedor de cada tipo (papel y cartón, vidrio y envases ligeros) por cada 500 habitantes.

Barcelona, al igual que Sant Boi de Llobregat, desea ser una población pionera en la gestión medioambiental, y por lo tanto, debe ser una referencia importante dentro del proyecto, ya que Barcelona pertenece a la misma área metropolitana y, por lo tanto, es un modelo a seguir sin representar un punto insuperable ni alcanzable, sino un mínimo para ser innovadores y pioneros dentro de una región de actuación relativamente reducida.



### 9.1.2. Sant Cugat del Vallés

La población de Sant Cugat del Vallés también está enmarcada dentro del conjunto del Área Metropolitana de Barcelona (AMB).

Nuevamente, el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) rige las directrices de la recogida de este municipio, aunque el trato que recibe es diferente y preferencial, puesto que está dentro del proyecto de gestión de residuos urbanos conocido como: Modelo de Residuo Mínimo, juntamente con otras dos poblaciones: Molins de Rei y Torrelles de Llobregat.

Este proyecto experimental propone un modelo donde la fracción correspondiente a los envases (metal, tetra-brick y plástico) no es separada del rechazo y se almacena conjuntamente para después ser separada en las plantas correspondientes.

Sant Cugat del Vallés es un municipio distinto de Sant Boi de Llobregat en cuanto a población y densidad, puesto que alberga, únicamente, a 47.210 habitantes (censo 1.996) en una superficie total de 48,3 km<sup>2</sup>. Así pues, la densidad de la población de Sant Cugat del Vallés es de 977 <sup>habitantes</sup>/km<sup>2</sup>, valor muy inferior al estándar del Área Metropolitana de Barcelona (AMB) y, más concretamente al de Sant Boi, establecido en 3.561 <sup>habitantes</sup>/km<sup>2</sup>.

El sistema de recogida de Sant Cugat del Vallés gestiona un total de 25.688 toneladas de residuos que suponen una generación por habitante superior a la media del Área Metropolitana de Barcelona (AMB) y Sant Boi de Llobregat, que suponen un valor de casi 550 <sup>kg</sup>/hab.año y 1,49 <sup>kg</sup>/hab.día.

Este proyecto piloto con el modelo de Residuo Mínimo tiene su inicio en diciembre de 1.993 por iniciativa del Centre d'Ecologia i Projectes Alternatius. El objetivo del proyecto y del modelo de Residuo Mínimo es el de reciclar y separar el 75% de la bolsa de basura que contiene todas las fracciones. El estado actual (1.997) es el de recoger, separar y aprovechar el 21 % de todas las fracciones mediante los contenedores de papel, de vidrio, la recogida de pilas y medicamentos y la separación posterior de la bolsa de rechazo.

Sant Cugat del Vallés recoge selectivamente papel y cartón en iglúes de dos medidas, 2.500 y 360 litros según su disposición, utilizando los pequeños para las zonas céntricas con el fin de obtener una mayor adaptación. Los centros escolares disponen de depósitos especiales para el almacenaje, y los comercios recogen esta fracción de manera especial varias veces a la semana. Para el vidrio sólo se utilizan contenedores tipo iglú de 2.500 litros y se abastece a los bares, restaurantes y comercios que lo soliciten, de un contenedor móvil para el almacenamiento y transporte al iglú más cercano de esta fracción.

## 9.2. Poblaciones estatales

Con la misma finalidad expuesta en las poblaciones catalanas, las ciudades analizadas son, por una banda la ciudad más importante del estado, y por la otra, una ciudad que, a pesar de ser mucho mayor que Sant Boi de Llobregat, disponga de una población con unos hábitos y unas costumbres acordes con las características de los habitantes de Sant Boi. Así pues, las ciudades son:

- Madrid.
- Valencia.

### 9.2.1. Madrid

La villa de Madrid dispone de una población de 2.866.850 habitantes (censo 1.996) y genera una cantidad de residuos urbanos por habitante que supera los 400 kilogramos anuales.

Tal y como ocurría con la ciudad de Barcelona, Madrid también está involucrada en una plan de gestión residual y medioambiental que abarca más municipios, en concreto todos los pertenecientes a su comunidad autónoma. Este plan divide el territorio de la Comunidad de Madrid en cuatro zonas a las que llama unidades territoriales de gestión, una de las cuales es la villa de Madrid.

El Plan Autonómico de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos es el nombre del Programa que rige la recogida en los diferentes municipios de la Comunidad de Madrid. Este plan se divide en dos fases, y, actualmente, se está desarrollando la primera de ellas, consistente en alcanzar un elevado nivel de recogida y tratamiento de las fracciones selectivas de los residuos: papel y cartón, vidrio y envases ligeros.

La recogida selectiva ya se ha implantado para el papel y el vidrio, con contenedores en áreas de aportación que ofrecen un contenedor de cada tipo por cada 400-600 habitantes, con unas distancias máximas del usuario a la área de aportación de 200-250 metros. Las pilas y los medicamentos también se recogen en los mismos centros donde se venden.

Sin embargo, la recogida selectiva de envases no está excesivamente extendida, ya que pertenece a uno de los últimos puntos de la primera fase del Plan Autonómico de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, si bien, desde el reciente inicio de su implantación, las autoridades han facilitado a los usuarios las bolsas amarillas y el cubo del mismo color necesarios para el almacenamiento correcto de los envases en el hogar.

La segunda fase del Plan Autonómico de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos conllevará la recogida selectiva de la materia orgánica.

La infraestructura de la Comunidad de Madrid para la implantación de un sistema de recogida selectiva es de 5 Puntos Limpios, con un proyecto de construcción de nueve centros más, todos ellos en la periferia de la capital del estado.

Con la finalidad de estar a la cabeza en temas medioambientales, Madrid, al igual que Barcelona y toda su Área Metropolitana (AMB), dispone de diversos sistemas de recogida que conviven en la ciudad y la comunidad.

### **9.2.2. Valencia**

Una de las poblaciones más importantes y significativas de la zona litoral mediterránea es Valencia. Valencia no es una excepción, y tal y como ocurría con Barcelona y Madrid, está integrada dentro de su área metropolitana.

La ciudad valenciana y su periferia tienen una extensión de 134 km<sup>2</sup> que albergan a un total de 763.299 habitantes (censo 1.998), y por lo tanto, dispone de una densidad de población superior a la de Sant Boi de Llobregat y Sant Cugat del Vallés, pero ligeramente inferior a la de Madrid y Barcelona.

El Consell Metropolità de l'Horta (CMH) es la entidad que rige a Valencia y los otros 43 municipios que forman el Área Metropolitana de Valencia, y que mediante un plan denominado Plan de Residuos del Área Metropolitana de Valencia, gestiona el sistema de recogida de residuos a través del Servicio de Recursos Naturales del Consell Metropolità de l'Horta (CMH).

La recogida selectiva está en pleno desarrollo tanto en la ciudad de Valencia como en su área metropolitana, que pretende recoger el residuo urbano del típico contenedor de acera, en dos contenedores, uno verde para los residuos orgánicos, y uno azul para el resto de materiales.

El Consell Metropolità de l'Horta recupera, actualmente, un 30 % del total de residuos sólidos urbanos mediante un sistema de recogida selectiva de papel y cartón y vidrio en áreas de aportación extendidas en todo el Área Metropolitana de Valencia. Por el contrario, la recogida selectiva de envases no abarca todo el territorio y sólo se encuentra en Valencia y un número reducido de los otros municipios.

La recogida de residuos se realiza, de forma predominante, con el sistema de contenedor y camión de carga trasera. Por el contrario, el servicio domiciliario de recogida puerta a puerta se aplica en las fracciones que engloban los muebles, electrodomésticos y ropa usada, y su frecuencia de recogida es periódica.

Los contenedores de acera son vaciados diariamente y se localizan a una distancia máxima de 50 metros del usuario, lo que supone que cada contenedor es utilizado por un máximo de 200 habitantes, mientras que cada uno de los contenedores de las áreas de aportación cubre a más de 800 habitantes que deben recorrer una distancia máxima de 300 metros desde su hogar.

El Área Metropolitana de Valencia también dispone de los llamados Puntos Limpios para la recogida de cualquier fracción de los residuos.

### **9.3. Poblaciones europeas**

Con la misma finalidad que en las poblaciones catalanas y estatales, se analizan dos ciudades europeas de características diferentes, que ofrecen distintas visiones del problema de la recogida selectiva de los residuos urbanos que se generan en una ciudad o área. Las ciudades escogidas son:

- Birmingham (Reino Unido).
- Helsinki (Finlandia).

### **9.3.1. Birmingham**

Birmingham se divide en 4 áreas que comprenden los distintos barrios de la ciudad y los núcleos urbanos de su periferia, estrategia similar a la planteada tanto por las poblaciones catalanas, como por las estatales.

La separación de los residuos se inicia antes de la recogida, diferenciando y gestionando de forma radicalmente distinta el volumen generado por los hogares (household waste) y la correspondiente a los comercios e industria (trade waste). Este segundo volumen, se divide de nuevo en dos según se trate del generado por los comercios o por el sector industrial.

Durante la gestión de 1.998, la ciudad inglesa recogió un total de 518.319 toneladas de residuos, 110.795 toneladas de las cuáles pertenecían al volumen producido por los comercios y la industria.

La limpieza de calles, papeleras, parques,... tiene un trato especial en esta ciudad inglesa dónde en el ejercicio de 1.998, este servicio recogió 33.091 toneladas de residuos urbanos.

Esta fracción dispone de un peso específico menor dentro de los programas medioambientales de gestión de residuos urbanos analizados hasta el momento. Aunque su volumen aconseja que su gestión no sea independiente de dichos programas y se integre completamente en ellos.

La recogida de residuos se efectúa diariamente con un servicio que facilita las bolsas para el almacenamiento de los residuos y que en el año 1.998 recogió más de 275.000 toneladas de residuos municipales.

Por el contrario, los comercios y el sector industrial están obligados a contratar un servicio de recogida que es diseñado a medida, es decir, cada establecimiento o industria contrata un servicio personalizado para recoger las cantidades y las fracciones de residuos generadas en su negocio.

La ciudad de Birmingham dispone de cinco Puntos Limpios y más de 300 centros de recogida selectiva que se reparten por toda la ciudad.

Las fracciones recogidas en la ciudad inglesa son las mismas que las consideradas en las otras poblaciones analizadas, destacando un programa especial de recogida de aceites de máquinas y vehículos. Así pues, Birmingham recoge papel y cartón, vidrio, envases, metales, textiles, baterías, pilas, aceites, medicamentos, voluminosos,... A pesar de iniciar su recogida selectiva antes del año 1.992, la fracción recogida correctamente y recuperada está por debajo de los niveles presentados por las áreas metropolitanas de Barcelona, Madrid y Valencia, aunque el programa propuesto en la actualidad, fija como objetivo primordial antes del 2.002, una recogida en fracciones separadas de más del 50 % del total de residuos generados.

### **9.3.2. Helsinki**

El conjunto del Área Metropolitana de Helsinki alberga a una población superior a los 930.000 habitantes (censo 1.996) pertenecientes a la ciudad de Helsinki, su periferia, y otras ciudades importantes de su país como son: Espoo, Vantaa y Kauniainen. Todos ellos generan cerca 700.000 toneladas, de las cuales 420.000 toneladas depositadas en el único vertedero.

A diferencia de todas las otras ciudades o áreas metropolitanas, Helsinki se divide en 60 subáreas, gestionadas con un plan particular y adaptado a cada una de ellas, que forman un programa conjunto y uniforme para la gestión de la recogida de residuos.

El organismo que se encarga de la recogida, el YTV, recoge selectivamente, papel y cartón, vidrio, materia orgánica, metal, pilas, envases,... En el caso concreto de la fracción correspondiente al vidrio, se recoge en los mismos establecimientos que los comercializan (tiendas de comida y licores) y en los más de 400 contenedores que están distribuidos en el Área Metropolitana de Helsinki. La materia orgánica generada en los hogares es separada en las mismas casa y se efectúa en todo el territorio desde este año, 1.998.

El Área Metropolitana de Helsinki dispone de 3 centros similares a los Puntos Limpios existentes en el estado español, y de más de 80 centros de recogida de residuos especiales generados en los hogares.

En la gestión de la ciudad finlandesa también se separa el volumen generado por los hogares y el producido por los comercios y la industria, que debe ser contratado con la misma finalidad que en el caso inglés.

En el campo de las comparaciones, Helsinki también dispone de un centro de compactación donde los camiones recogedores descargan los residuos, que una vez han reducido su volumen, son trasladados al vertedero con otro tipo de vehículo tipo trailer.

La recogida selectiva de cada una de las fracciones que componen los residuos urbanos es especialmente importante, pues en la mayoría de ellas, papel y cartón, vidrio, metales, pilas y materia orgánica, los porcentajes alcanzan valores superiores al 30% en datos referentes al 1.995, llegando en algunas subáreas piloto a superar el 50%. El Área Metropolitana de Helsinki ha logrado implementar proyectos piloto de recogida en diferentes subáreas, que después ha sido aplicados en toda la población. Uno de los datos más negativos de este sistema de gestión es el 5% de la fracción correspondiente a la recogida selectiva de los envases ligeros (plástico, latas,...), proyecto que se encuentra en los primeros pasos de su desarrollo.

#### **9.4. Poblaciones norteamericanas**

La selección de dos ciudades norteamericanas responde a la necesidad de conocer diferentes filosofías en la gestión de los residuos sólidos urbanos, que no puede, ni debe ser punto de comparación con los sistemas desarrollados en Europa y España, que llevan años de retraso en cuanto a concienciación de la población, que no pueden ser sustituidos por inversiones económicas. Las dos poblaciones analizadas son:

- New York (Estados Unidos de América).
- Portland (Estados Unidos de América).

##### **9.4.1. New York**

Con una población residente de más de 7.500.000 de habitantes, New York City gestiona su sistema de recogida selectiva de forma aislada respecto a los núcleos urbanos de su periferia. Esta ciudad norteamericana es, además, un importante centro de negocios y comercio, hecho que se refleja claramente en los porcentajes de generación de basura en la ciudad.

Los habitantes de New York generan un total de 26.000 toneladas/día de residuos sólidos urbanos, que se reparte por partes iguales entre la parte producida por los hogares y la generada en los comercios e industria. Aunque las ciudades europeas realizaban la misma división de los residuos, el peso de cada parte era muy diferente, puesto que en ninguno de los dos casos, el peso de los residuos comerciales superaba el 30 %.

Los residuos comerciales e industriales, son gestionados a parte de los procedentes de los hogares, por una empresa privada que recoge y transporta los desechos fuera de la ciudad, siendo los comercios los responsables de la contratación de estos servicios que están obligados a separar cada una de las fracciones de los residuos.

Por el contrario, los residuos urbanos generados en los hogares son gestionados por el Departamento de Sanidad de New York City, que ha logrado ir reduciendo el volumen producido desde 1.986 donde se alcanzó un máximo de 21.200 toneladas/día, hasta los 13.000 toneladas/día recogidos en 1.995.

El programa de reciclaje incorpora tanto a las familias, como las escuelas, las instituciones, las universidades,... , a parte de los comercios (recogida gestionada por empresas privadas, pero controlada desde el punto de vista del reciclaje por el Departamento de Sanidad).

El programa de reciclaje del Departamento de Sanidad de New York City es considerado como el más grande y ambicioso de todos los Estados Unidos de América. Hay proyecto para reciclarlo todo, pero la escala a la que se actúa está restringida. El reciclaje total es obligatorio para hogares, escuelas, instituciones, negocios,... para las fracciones correspondientes al papel y cartón por separado, y metal, plástico, vidrio, aluminio,... todo junto.

El programa de reciclaje está vigente desde el año 1.986, cuando la participación ciudadana y de los comercios para la separación de las diferentes fracciones era aún voluntaria. La obligatoriedad en la cooperación se impuso en 1.992 a través de un programa de gestión de residuos sólidos urbanos.

El programa de reciclaje del Departamento de Sanidad de New York City se divide en dos. Un primero, que obliga a reciclar ciertas fracciones, y otro que incita al almacenamiento y posterior transporte de las fracciones restantes a unos centros parecidos a los Puntos Limpios europeos.

La recogida selectiva que se efectúa en New York diferencia el tipo de hogar donde se obliga a recoger para imponer una normativa u otra dependiendo de, si el hogar es una casa de 1 ó 2 familias, o un edificio de viviendas múltiples.

Como consecuencia de las grandes dimensiones de esta metrópolis, la recogida selectiva se realiza por áreas o barrios, con una división que diferencia 5 zonas, que a su vez, se dividen en parcelas que tienen asignadas unas fechas concretas de recogida de residuos, ya que el servicio no es diario, y la frecuencia de recogida depende de cada parcela, y ésta no es homogénea dentro de un mismo barrio.

Un sistema de gestión residual comporta una serie de actuaciones inexistentes en las poblaciones expuestas hasta el momento. La entidad encargada de la gestión del sistema pone a disposición de los usuarios un manual de reciclaje para los residentes, un catálogo de consejos para facilitar el reciclaje y una lista de violaciones de la ley del programa de reciclaje y, por último, propone programas de sanciones para los vertidos ilegales y de recompensas para sus denunciantes.

El siguiente paso dentro de este sistema pionero en los Estados Unidos de América es el afianzamiento de proyectos piloto y la propuesta de otros nuevos como el reciclaje de las hojas que caen en otoño, los árboles de Navidad, propaganda comercial, aceites, fluorescentes, neumáticos,... , todos ellos con tratamientos particularizados.

#### **9.4.2. Portland**

La ciudad norteamericana de Portland está integrada, tal y como ocurría con las poblaciones catalanas, estatales y europeas, dentro de un conjunto de municipios que gestionan los servicios de manera conjunta, y uno de estos servicios es el sistema de recogida de residuos.

Su población supera el 1.200.000 de habitantes que disponen de un particular sistema que divide la ciudad en áreas residenciales, con recogidas independientes por servicios contratados que renuevan, de manera mensual, las necesidades previstas. La recogida en cada una de estas áreas no es diaria, sino semanal.

Portland también es una ciudad pionera en la gestión de la recogida de residuos, proveyendo de dos bidones amarillos a sus usuarios para el almacenamiento en los hogares, preparando la recogida semanal.

Dentro de todos los proyectos de reciclaje, Portland destaca por el trato que recibe la fracción correspondiente al papel y cartón, que se subdivide y se dispone de forma separada según se trate de periódicos, revistas, listín telefónico, correo y propaganda o cartón.

Las otras fracciones reciben un trato más parecido al aplicado en las ciudades españolas y europeas, si bien, la división es más exhaustiva y las fracciones se recogen en su práctica totalidad. El conjunto formado por los llamados envases ligeros (contenedor amarillo) se separa en más de cinco categorías distintas. La fracción de restos de jardinería también es recogida de forma separada, y su disposición debe realizarse de manera particularizada, como en el resto de las fracciones, dividiendo el conjunto en diferentes grupos.

Portland, también dispone de numerosos Puntos Limpios para eliminar excesos de producción respecto al servicio contratado y para mantener una calle más limpia.

Durante el año 1.998 se recogió y trató, de manera separada, más de un 40 % del volumen total generado, esperando superar la barrera del 50 % antes del año 2.000.





## **PARTE III**

Sant Boi de Llobregat es el eje central de la Parte III. Tras una breve descripción del municipio, se procede a su sectorización. Posteriormente, se pasa al análisis del sistema actual de recogida de residuos por fracción y sector.



## 10. El municipio: Sant Boi de Llobregat

Sant Boi de Llobregat es una población de la comarca del Baix Llobregat. Se trata de uno de los 33 municipios de la zona de influencia de la capital de la provincia, Barcelona. Esta zona de influencia recibe el nombre de Área Metropolitana de Barcelona (AMB) y alberga a un total<sup>1</sup> de 2.904.941 habitantes en los 585 km<sup>2</sup> de extensión<sup>2</sup>.

En el Gráfico 10.1 se observa la situación de Sant Boi de Llobregat dentro del Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB).



Gráfico 10.1: Mapa de situación

El municipio de Sant Boi es la sexta población con más habitantes del Área Metropolitana de Barcelona (AMB), con 79.860 ciudadanos residiendo en los 21,9 km<sup>2</sup> de superficie de la ciudad y sus alrededores. Estos datos representan el 2,75 % de la población total y el 3,74 % de la superficie del territorio del AMB.

La densidad de población de Sant Boi de Llobregat alcanza los 3.646 habitantes por kilómetro cuadrado, cerca de la media del AMB, que se sitúa entorno a los 5.000 habitantes por kilómetro cuadrado. La diferencia entre ambos valores invierte su signo si no se tiene en cuenta la ciudad de Barcelona, resultando una densidad cercana a los 2.900 habitantes por kilómetro cuadrado.

Esta densidad no es uniforme en el municipio, y la población se concentra en una zona que no supera los 7 kilómetros cuadrados de superficie, es decir, más del 90% de la población de Sant Boi de Llobregat reside en menos de un tercio del territorio.

<sup>1</sup> Dato extraído del PMGRM de la Entitat del Medi Ambient (censo 1.996).

<sup>2</sup> Dato extraído del PMGRM de la Entitat del Medi Ambient.

El plano de Sant Boi de Llobregat es el siguiente:



Gráfico 10.2: Plano de Sant Boi de Llobregat

La red de calles de Sant Boi de Llobregat está formada por 223 kilómetros de vías urbanas y rurales repartidas por toda la superficie del municipio.

El comercio y la industria reúnen un total de 3.262 actividades registradas, con más de 750 locales dedicados a la hostelería (bares, restaurantes,...) como actividad con más presencia en Sant Boi de Llobregat. Las actividades desarrolladas en el municipio durante el año 1.998 son:

<b>Actividades comerciales e industriales en Sant Boi durante el año 1.998</b>	
<i>Actividad</i>	<i>Registradas</i>
Servicios profesionales	269
Locales afectos	94
Industria	216
Oficinas	357
Venta al mayor	221
Transporte	52
Sector terciario	109
Detalle de productos alimentarios	460
Supermercados	29
Detalle de productos no alimentarios	403
Hostelería	754
Servicios comerciales	29

Tabla 10.1: Actividades desarrolladas en Sant Boi en el año 1.998

## 11. Sectorización de Sant Boi de Llobregat

Esta sectorización ha sido extraída de la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat. Esta división del municipio obedece a la necesidad de agrupar a las baterías de contenedores en zonas de recogida, que comporten una carga de trabajo equivalente en cada sector.

El municipio de Sant Boi de Llobregat se divide en 5 sectores que engloban todo el área urbana de la ciudad. En el Gráfico 11.1 se observa la sectorización actual del municipio.

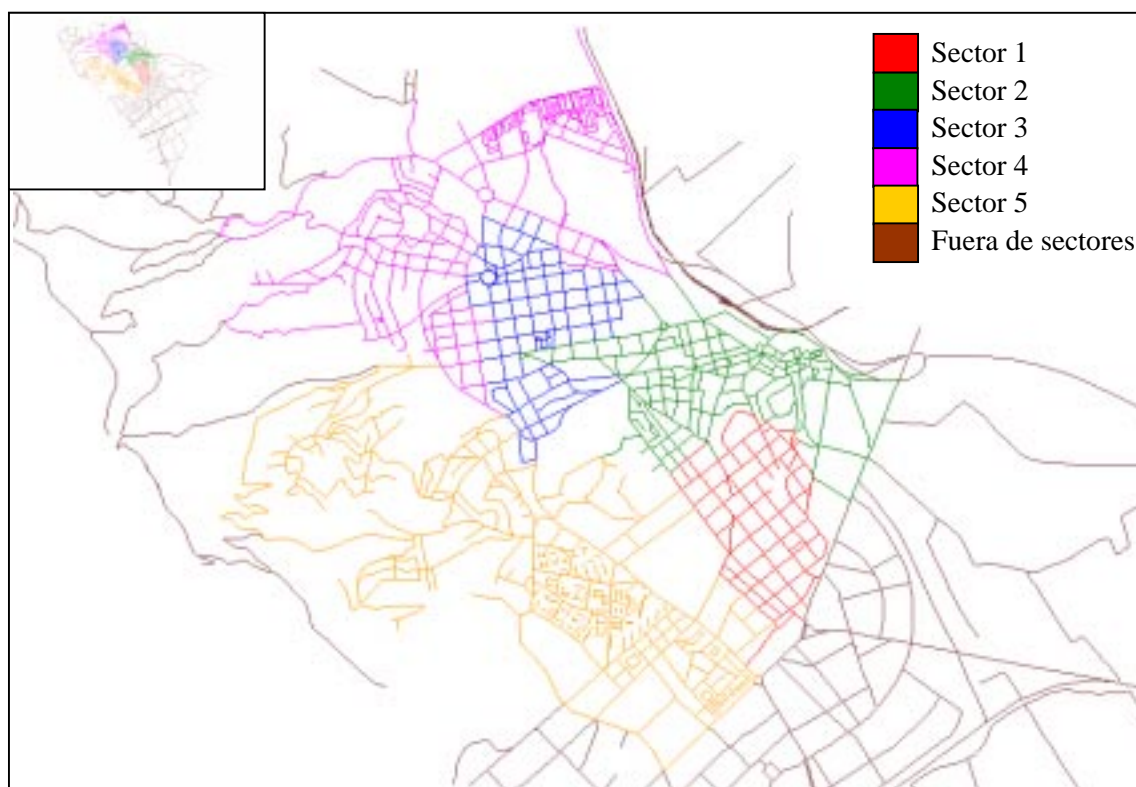


Gráfico 11.1: Sectorización de Sant Boi de Llobregat

La sectorización de Sant Boi de Llobregat desemboca en los 5 sectores del Gráfico 11.1, y cada uno de ellos, presenta unas propiedades y características que lo distinguen del resto.

El análisis previo de los 5 sectores presenta los atributos y las particularidades de cada uno de ellos, reflejando tanto la información general del sector, como los datos referentes al servicio de recogida actual<sup>3</sup>.

### 11.1. Sector 1 de Sant Boi de Llobregat

El sector 1 de recogida de residuos en Sant Boi de Llobregat, es el segundo en cuanto a número de habitantes se refiere, y comparte frontera con dos sectores, el 5 por el lado oeste, y el 2 por el norte.

<sup>3</sup> Los datos más actuales y base del estudio pertenecen a la base de datos del Ajuntament de Sant Boi.

El Gráfico 11.2 muestra una ampliación del plano de sectorización de Sant Boi, con algunas de las calles más importantes de este sector 1.

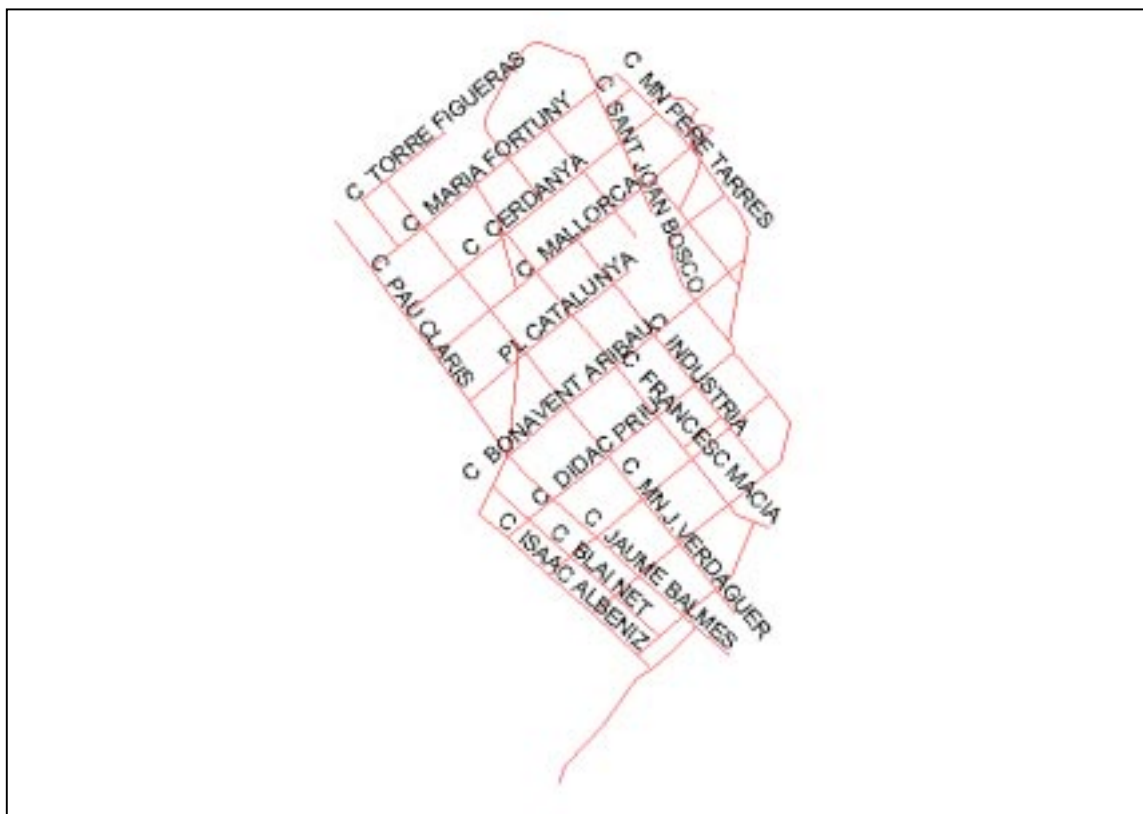


Gráfico 11.2: Sector 1 de Sant Boi de Llobregat

Las aplicaciones de SIRUS realizan un análisis detallado del servicio de recogida de residuos, pero los datos manejados por la herramienta no se limitan a los propios del servicio, sino que son necesarios todos aquellos que caracterizan a la zona o sector objeto del análisis.

Así pues, la Tabla 11.1 ofrece toda la información general perteneciente al sector 1, extraída de la base de datos facilitada por el Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.

<b>Datos generales del sector 1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Número de tramos del sector	161 tramos
Número de nodos del sector	105 nodos
Población total de los tramos	18.120 habitantes
Longitud total de los tramos	11.914,18 metros
Densidad lineal de población	1,52 habitantes/m
Superficie total del sector	0,54 km <sup>2</sup>
Densidad de población	33.495 habitantes/km <sup>2</sup>
Nº de comercios en el sector	759 comercios
Densidad lineal comercial	0,06 comercios/m
Densidad comercial	1.406 comercios/km <sup>2</sup>

Tabla 11.1: Datos generales del sector 1

Los datos del sistema de recogida de residuos pertenecientes al sector 1, se presentan en la Tabla 11.2 y el Gráfico 11.3, y como, en el caso de la información general, se provienen de la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.

<b>Datos del sistema de recogida de residuos del sector 1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Sistema de recogida del rechazo	Camión – contenedor
Vaciado de los contenedores de rechazo	Carga trasera
Sistema de recogida selectiva	Camión – contenedor tipo iglú
Vaciado de los contenedores de selectiva	Carga superior (camión con pluma)
Plazo de recogida del rechazo	1 día (recogida diaria)
Viajes diarios para la recogida del rechazo	2 viajes
Plazo de recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Viajes diarios para la recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Baterías actuales de rechazo	90 baterías
Contenedores de rechazo (1,1 m <sup>3</sup> )	228 contenedores
Baterías actuales de papel	27 baterías
Contenedores de papel (3,2 m <sup>3</sup> )	27 contenedores tipo iglú azul
Baterías actuales de vidrio	30 baterías
Contenedores de vidrio (3,2 m <sup>3</sup> )	30 contenedores tipo iglú verde
Baterías actuales de envases	16 baterías
Contenedores de envases ligeros (3,2 m <sup>3</sup> )	16 contenedores tipo iglú amarillo

Tabla 11.2: Datos del sistema de recogida de residuos del sector 1

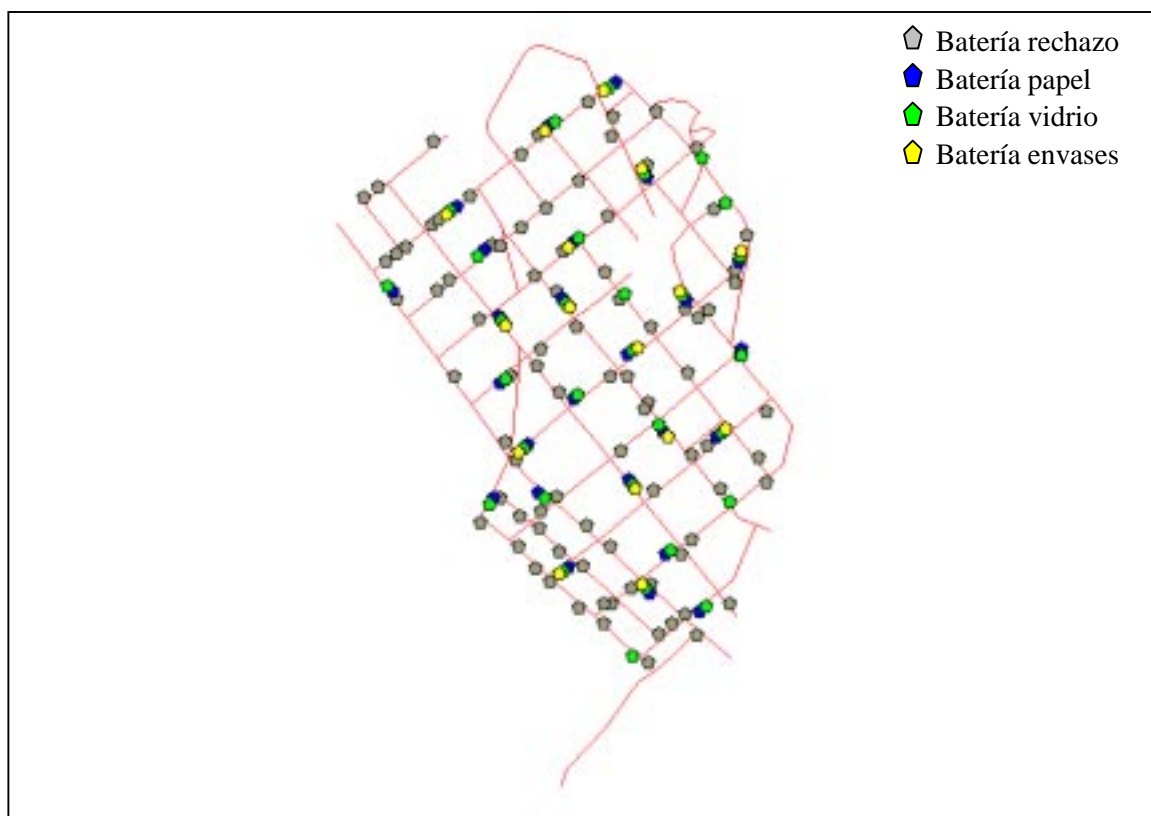


Gráfico 11.3: Baterías de residuos en el sector 1

Actualmente, los contenedores encargados de almacenar el rechazo en las calles de Sant Boi de Llobregat, son de dos modelos diferentes. Las dimensiones y la capacidad de ambos modelos son iguales, y la diferencia radica en el material de construcción, siendo metálicos los más antiguos, mientras que los más modernos están hechos de polietileno.



La presencia mayoritaria del rechazo en la actual recogida de residuos municipales, se refleja en la necesidad de disponer más de un contenedor en las baterías de recogida de rechazo. Por el contrario, cualquier batería correspondiente a las fracciones selectivas, posee un único contenedor del modelo iglú.

La recogida del rechazo es diaria y son necesarios dos viajes para vaciar los 228 contenedores del sector 1.

## 11.2. Sector 2 de Sant Boi de Llobregat

El sector 2 de recogida de residuos en Sant Boi de Llobregat, es el más extenso de la zona interior del municipio y limita con los otros cuatro sectores. Este segundo sector se encuentra en el centro de la población, separando los dos sectores más poblados, el 1 y el 3, y formando con ellos el casco urbano de Sant Boi.

Nuevamente, se muestra un gráfico (Gráfico 11.4) con una ampliación del plano de sectorización de Sant Boi, resaltando algunas de las calles más importantes del sector 2.

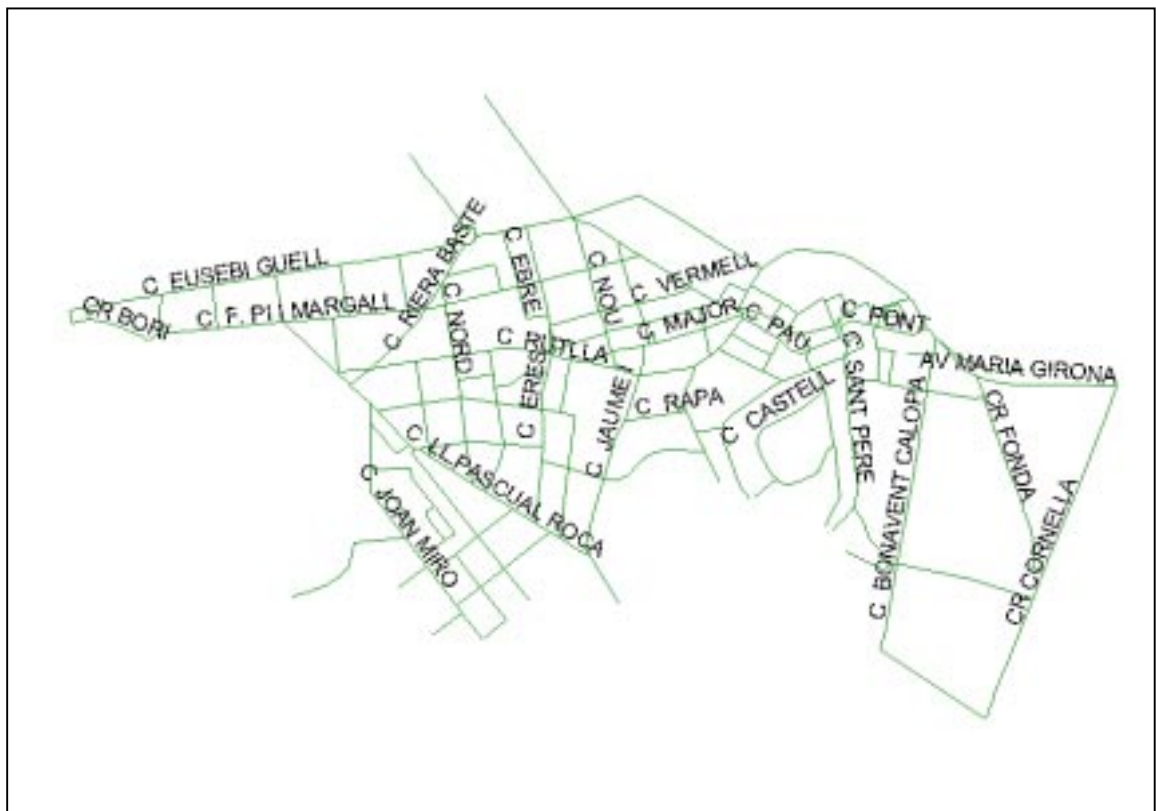


Gráfico 11.4: Sector 2 de Sant Boi de Llobregat

Los tramos y las calles que forman el sector 2 de Sant Boi de Llobregat presentan un aspecto más parecido al del casco antiguo de una ciudad, con vías curvadas y cruces entre calles, más próximos. Así pues, desaparece la simetría que presentaba el sector 1.

Con el mismo esquema que en el primer sector, se presenta una tabla (Tabla 11.3) que ofrece la información general del sector 2, extraída de la base de datos facilitada por el Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.



<b>Datos generales del sector 2</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Número de tramos del sector	286 tramos
Número de nodos del sector	195 nodos
Población total de los tramos	14.321 habitantes
Longitud total de los tramos	16.313,26 metros
Densidad lineal de población	0,88 habitantes/m
Superficie total del sector	0,88 km <sup>2</sup>
Densidad de población	16.209 habitantes/km <sup>2</sup>
Nº de comercios en el sector	597 comercios
Densidad lineal comercial	0,04 comercios/m
Densidad comercial	655 comercios/km <sup>2</sup>

Tabla 11.3: Datos generales del sector 2

En el terreno del servicio de recogida de los residuos municipales ofrecido a los ciudadanos residentes en el sector 2, la Tabla 11.4, muestra la información relevante extraída de la base de datos.

<b>Datos del sistema de recogida de residuos del sector 2</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Sistema de recogida del rechazo	Camión – contenedor
Vaciado de los contenedores de rechazo	Carga trasera
Sistema de recogida selectiva	Camión – contenedor tipo iglú
Vaciado de los contenedores de selectiva	Carga superior (camión con pluma)
Plazo de recogida del rechazo	1 día (recogida diaria)
Viajes diarios para la recogida del rechazo	3 viajes
Plazo de recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Viajes diarios para la recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Baterías actuales de rechazo	99 baterías
Contenedores de rechazo (1,1 m <sup>3</sup> )	209 contenedores
Baterías actuales de papel	26 baterías
Contenedores de papel (3,2 m <sup>3</sup> )	26 contenedores tipo iglú azul
Baterías actuales de vidrio	37 baterías
Contenedores de vidrio (3,2 m <sup>3</sup> )	37 contenedores tipo iglú verde
Baterías actuales de envases	19 baterías
Contenedores de envases ligeros (3,2 m <sup>3</sup> )	19 contenedores tipo iglú amarillo

Tabla 11.4: Datos del sistema de recogida de residuos del sector 2

Aunque el número de puntos de recogida de rechazo es mayor en el sector 2, la cantidad de contenedores requeridos es menor respecto al primer sector.

La implantación de la recogida selectiva en el sector 2 es muy similar a la del sector 1, notando un aumento en el número de iglúes de color verde, es decir, aquéllos en los que se almacena la fracción correspondiente al vidrio. La técnica y la frecuencia de recogida de todas las fracciones son idénticas, pero en este segundo sector, son necesarios tres viajes para vaciar los 209 contenedores de rechazo.

El Gráfico 11.5 presenta el aspecto de la distribución actual de las baterías de contenedores según la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.

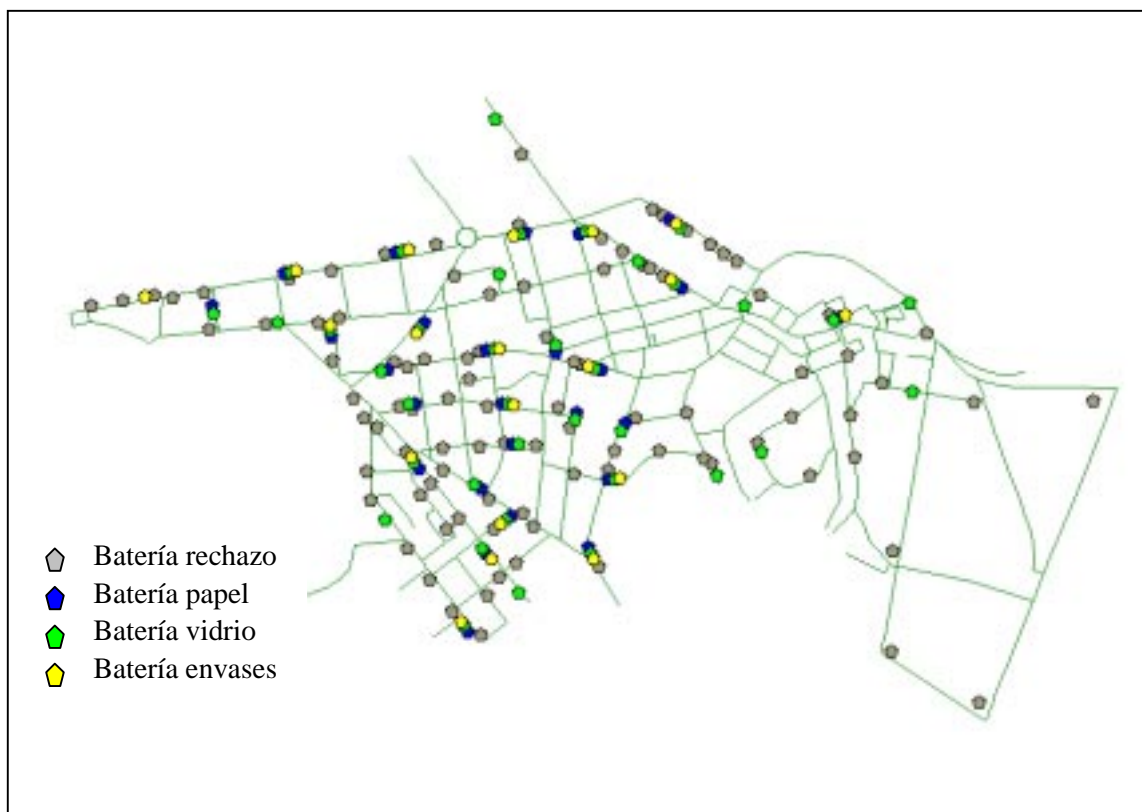


Gráfico 11.5: Baterías de residuos en el sector 2

En el sector 2 también conviven los dos modelos de contenedores de rechazo existentes en el municipio, predominando en presencia y número los más modernos.

Un hecho común en todos los sectores, es la homogeneidad de las baterías de rechazo en cuanto a la composición interior de las mismas, puesto que cualquier batería sólo contiene contenedores de un modelo. Así pues, es posible definir, por separado, las baterías de contenedores metálicos de rechazo por un lado, y por el otro, los contenedores de polietileno para recoger la misma fracción.

### 11.3. Sector 3 de Sant Boi de Llobregat

El sector 3 de recogida de residuos en Sant Boi de Llobregat, es el más poblado de los 5 sectores y uno de los dos menores en cuanto a extensión se refiere.

Las características que definen este tercer sector, mezclan los atributos presentados en los dos primeros sectores, con altas densidades de población y una notable concentración de comercios.

A excepción del sector 1, el sector 3 limita con los demás, y presenta dos zonas claramente diferenciadas. La zona inferior, limita con el sector 2 y muestra una distribución de las calles parecida a este sector. Por el contrario, la zona superior del sector 3 distribuye las calles con islas cuadradas que mantienen las distancias entre los cruces, es decir, una urbanización parecida a la del sector 1.

Esta observación se representa en el Gráfico 11.6 con una ampliación del plano de sectorización de Sant Boi correspondiente al sector 3.



Gráfico 11.6: Sector 3 de Sant Boi de Llobregat

Siguiendo las pautas marcadas por los dos primeros sectores, se presenta la Tabla XX con los datos generales más destacados de este sector 3.

<b>Datos generales del sector 3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Número de tramos del sector	167 tramos
Número de nodos del sector	114 nodos
Población total de los tramos	19.262 habitantes
Longitud total de los tramos	11.731,50 metros
Densidad lineal de población	1,64 habitantes/m
Superficie total del sector	0,77 km <sup>2</sup>
Densidad de población	25.022 habitantes/km <sup>2</sup>
Nº de comercios en el sector	791 comercios
Densidad lineal comercial	0,07 comercios/m
Densidad comercial	1.028 comercios/km <sup>2</sup>

Tabla 11.5: Datos generales del sector 3

Las características del servicio de recogida de residuos ofrecido en el sector 3 de Sant Boi de Llobregat, son muy parecidas a las de los dos primeros sectores, tanto en lo que hace referencia al método utilizado en la recogida, como en los recursos empleados en su desarrollo.

En la Tabla 11.6 y el Gráfico 11.7 se dispone la información más interesante extraída de la base de datos del Ajuntament, que se relaciona con la recogida de residuos municipales en el sector 4 de Sant Boi de Llobregat.

<b>Datos del sistema de recogida de residuos del sector 3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Sistema de recogida del rechazo	Camión – contenedor
Vaciado de los contenedores de rechazo	Carga trasera
Sistema de recogida selectiva	Camión – contenedor tipo iglú
Vaciado de los contenedores de selectiva	Carga superior (camión con pluma)
Plazo de recogida del rechazo	1 día (recogida diaria)
Viajes diarios para la recogida del rechazo	3 viajes
Plazo de recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Viajes diarios para la recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Baterías actuales de rechazo	96 baterías
Contenedores de rechazo (1,1 m <sup>3</sup> )	222 contenedores
Baterías actuales de papel	27 baterías
Contenedores de papel (3,2 m <sup>3</sup> )	27 contenedores tipo iglú azul
Baterías actuales de vidrio	34 baterías
Contenedores de vidrio (3,2 m <sup>3</sup> )	34 contenedores tipo iglú verde
Baterías actuales de envases	16 baterías
Contenedores de envases ligeros (3,2 m <sup>3</sup> )	16 contenedores tipo iglú amarillo

Tabla 11.6: Datos del sistema de recogida de residuos del sector 3

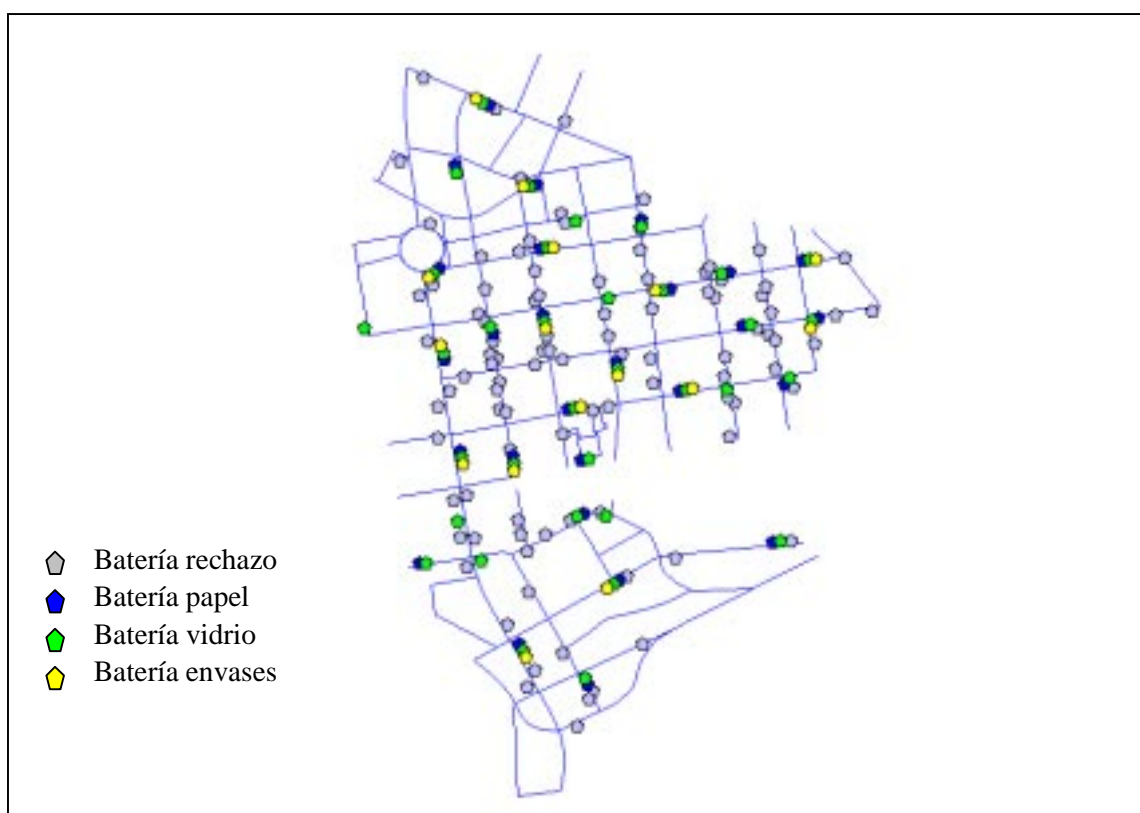


Gráfico 11.7: Baterías de residuos en el sector 3

El sector 3 es el que posee un mayor número de contenedores, un total de 222, que son vaciados con tres viajes de uno de los camiones de recogida de rechazo.

El Gráfico 11.7 muestra una masiva concentración de las baterías de todas las fracciones en la franja central del sector, donde se concentra la mayor parte de la población.

#### 11.4. Sector 4 de Sant Boi de Llobregat

Los dos sectores que faltan por analizar, presentan propiedades distintas al conjunto formado por los tres primeros, en los que la densidad de población alcanza concentraciones elevadas y la distribución de las calles se asemejaba a la de la zona urbana de cualquier municipio, con una parte antigua y una moderna.

El sector 4 limita, únicamente, con los sectores 3 y 5, y la urbanización existente se divide en tres zonas. La primera de ellas, colindante con el sector 3, se distribuye de manera cuadrangular, es decir, siguiendo el patrón de las calles de Ensanche barcelonés. La segunda zona, en la parte más septentrional de Sant Boi de Llobregat, dispone de una zona residencial con varias vías principales que engloban las calles donde residen los ciudadanos, a modo de urbanización. Por último, la tercera zona, más aleja del centro urbano del municipio, distribuye sus calles con un aspecto más rural, con largos tramos sin cruces.

Las zonas y las diferencias notadas se reflejan en el Gráfico 11.8 correspondiente al sector 4 de la población de Sant Boi de Llobregat.

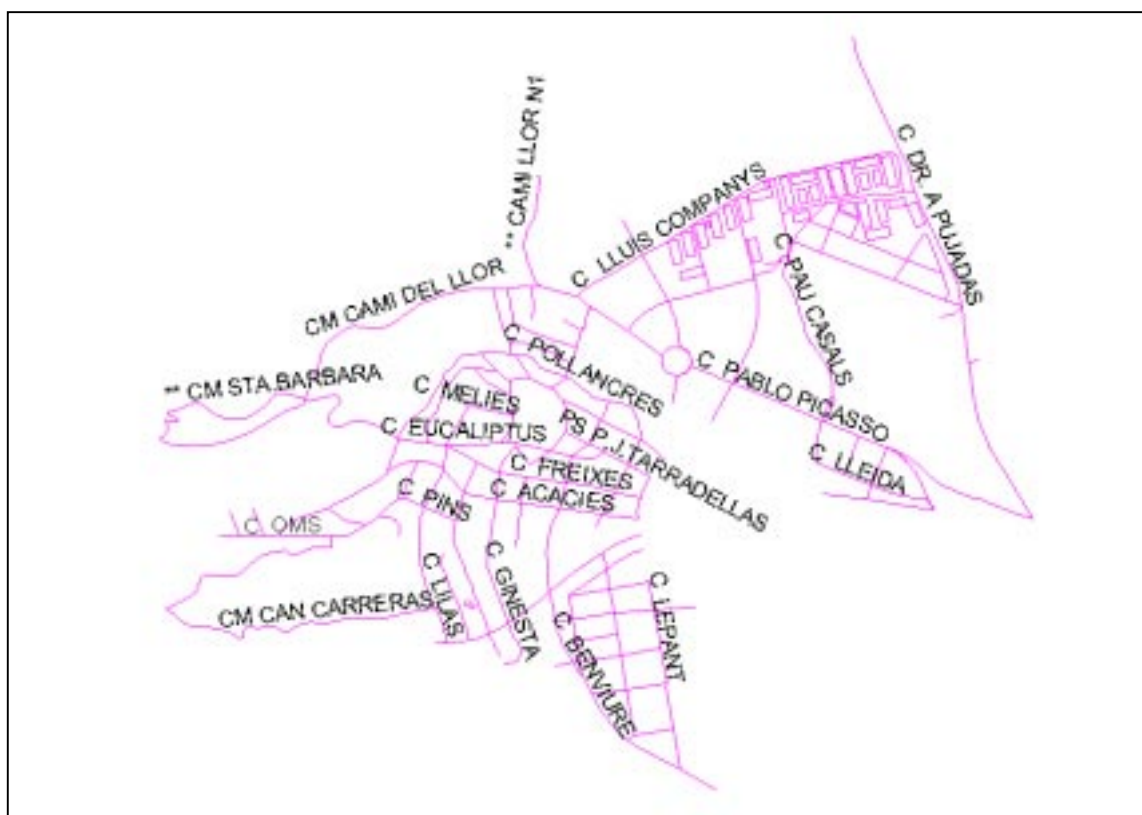


Gráfico 11.8: Sector 4 de Sant Boi de Llobregat

Los valores medios representativos del sector 4, no reflejan la realidad de cada una de las tres zonas que coexisten en él, sino la de su conjunto.

Así pues, la zona más rural aporta una superficie con una densidad de población menor que en las otras dos áreas, mientras que la urbanización septentrional concentra a la mayor parte de la población del sector 4.

La información general del sector 4 que se extrae de la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat, se resume en la Tabla 11.7 que se expone a continuación:

<b>Datos generales del sector 4</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Número de tramos del sector	286 tramos
Número de nodos del sector	242 nodos
Población total de los tramos	15.224 habitantes
Longitud total de los tramos	21.759,99 metros
Densidad lineal de población	0,70 habitantes/m
Superficie total del sector	2,02 km <sup>2</sup>
Densidad de población	7.537 habitantes/km <sup>2</sup>
Nº de comercios en el sector	310 comercios
Densidad lineal comercial	0,01 comercios/m
Densidad comercial	154 comercios/km <sup>2</sup>

Tabla 11.7: Datos generales del sector 4

El servicio de recogida de residuos que reciben los ciudadanos de Sant Boi residentes en el sector 4, posee las mismas propiedades que en los tres primeros sectores, aunque en la distribución de las baterías se centraliza en las zonas con más población.

En la Tabla 11.8 se detalla la información referente al sistema de recogida implantado en el sector 4 de Sant Boi de Llobregat.

<b>Datos del sistema de recogida de residuos del sector 4</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Sistema de recogida del rechazo	Camión – contenedor
Vaciado de los contenedores de rechazo	Carga trasera
Sistema de recogida selectiva	Camión – contenedor tipo iglú
Vaciado de los contenedores de selectiva	Carga superior (camión con pluma)
Plazo de recogida del rechazo	1 día (recogida diaria)
Viajes diarios para la recogida del rechazo	2 viajes
Plazo de recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Viajes diarios para la recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Baterías actuales de rechazo	122 baterías
Contenedores de rechazo (1,1 m <sup>3</sup> )	212 contenedores
Baterías actuales de papel	26 baterías
Contenedores de papel (3,2 m <sup>3</sup> )	26 contenedores tipo iglú azul
Baterías actuales de vidrio	34 baterías
Contenedores de vidrio (3,2 m <sup>3</sup> )	34 contenedores tipo iglú verde
Baterías actuales de envases	15 baterías
Contenedores de envases ligeros (3,2 m <sup>3</sup> )	15 contenedores tipo iglú amarillo

Tabla 11.8: Datos del sistema de recogida de residuos del sector 4

La mayor superficie abarcada por el sector 4, repercute en la necesidad de más puntos de recogida de residuos, sobretudo, para el caso del rechazo, que requiere 20 baterías más que en los tres primeros sectores, a pesar de reducir el número total de contenedores.

En el Gráfico 11.9 se observan las zonas diferenciadas de este cuarto sector, concentrando los contenedores en las zonas más pobladas.

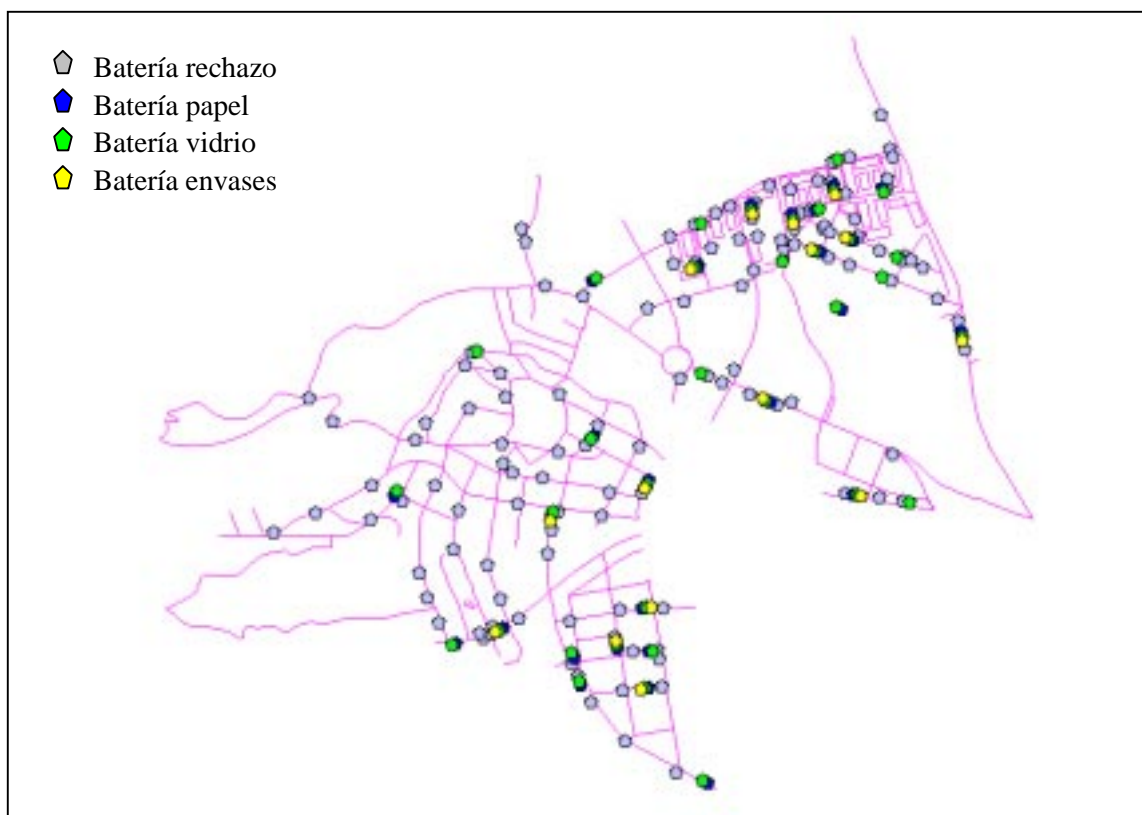


Gráfico 11.9: Baterías de residuos en el sector 4

Los dos viajes requeridos para vaciar los 212 contenedores de rechazo del sector 4, implican un mayor desplazamiento del vehículo-camión entre las baterías, sobretodo, en las zonas más rurales.

La recogida de las fracciones selectivas también se concentra en las zonas del sector con una mayor densidad de población.

### 11.5. Sector 5 de Sant Boi de Llobregat

El último de los cinco sectores, el sector 5, es también el más alejado del casco urbano del municipio. Nuevamente, el sector se divide en dos zonas claramente diferenciadas por sus propiedades.

La primera de ellas, meridional y colindante con el sector 1, es una urbanización que alberga la mayor parte de los habitantes residentes en el sector 5. La segunda zona, es la más extensa y rural del municipio, y como en el caso del cuarto sector, presenta una distribución con calles largas y sinuosas que interaccionan en cruces aislados.

El sector 5 tiene frontera con todos los sectores de Sant Boi, aunque de forma predominante, limita con el sector 1 en su zona más meridional y urbana.

La mayor superficie ocupada por la zona rural, y la disposición de las calles en la zona urbana se representan en el Gráfico 11.10 correspondiente a la ampliación del sector 5 de la sectorización de Sant Boi de Llobregat.





Gráfico 11.10: Sector 5 de Sant Boi de Llobregat

Los valores medios representativos del sector 5 resumen el conjunto de toda su superficie, aunque las propiedades de las dos zonas mencionadas son totalmente opuestas, con una alta densidad comercial y de población en la zona más urbana.

A continuación, se expone, con el mismo esquema que en los cuatro sectores anteriores, la información general del sector 5 en la Tabla 11.9.

<b>Datos generales del sector 5</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Número de tramos del sector	421 tramos
Número de nodos del sector	453 nodos
Población total de los tramos	12.801 habitantes
Longitud total de los tramos	21.433,97 metros
Densidad lineal de población	0,60 habitantes/m
Superficie total del sector	3,09 km <sup>2</sup>
Densidad de población	4.143 habitantes/km <sup>2</sup>
Nº de comercios en el sector	301 comercios
Densidad lineal comercial	0,01 comercios/m
Densidad comercial	97 comercios/km <sup>2</sup>

Tabla 11.9: Datos generales del sector 5

El sector 5 no es una excepción, y el servicio de recogida de residuos municipales ofertado por el municipio, no presenta diferencias notables respecto a los otros sectores.

La información referente al sistema de recogida del sector 5 de Sant Boi de Llobregat se recoge en la Tabla 11.10.



<b>Datos del sistema de recogida de residuos del sector 5</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
Sistema de recogida del rechazo	Camión – contenedor
Vaciado de los contenedores de rechazo	Carga trasera
Sistema de recogida selectiva	Camión – contenedor tipo iglú
Vaciado de los contenedores de selectiva	Carga superior (camión con pluma)
Plazo de recogida del rechazo	1 día (recogida diaria)
Viajes diarios para la recogida del rechazo	2 viajes
Plazo de recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Viajes diarios para la recogida de selectiva	Variable (según fracción, iglú y zona)
Baterías actuales de rechazo	117 baterías
Contenedores de rechazo (1,1 m <sup>3</sup> )	213 contenedores
Baterías actuales de papel	25 baterías
Contenedores de papel (3,2 m <sup>3</sup> )	25 contenedores tipo iglú azul
Baterías actuales de vidrio	34 baterías
Contenedores de vidrio (3,2 m <sup>3</sup> )	34 contenedores tipo iglú verde
Baterías actuales de envases	14 baterías
Contenedores de envases ligeros (3,2 m <sup>3</sup> )	14 contenedores tipo iglú amarillo

Tabla 11.10: Datos del sistema de recogida de residuos del sector 5

Tal y como ocurría en el sector 4, la mayor superficie de este último sector, comporta una distribución más dispersa de las baterías y la necesidad de más puntos de localización de contenedores. En el Gráfico 11.11 se observan las dos zonas diferenciadas de este quinto sector, concentrando las baterías en las zonas con una mayor densidad de población.

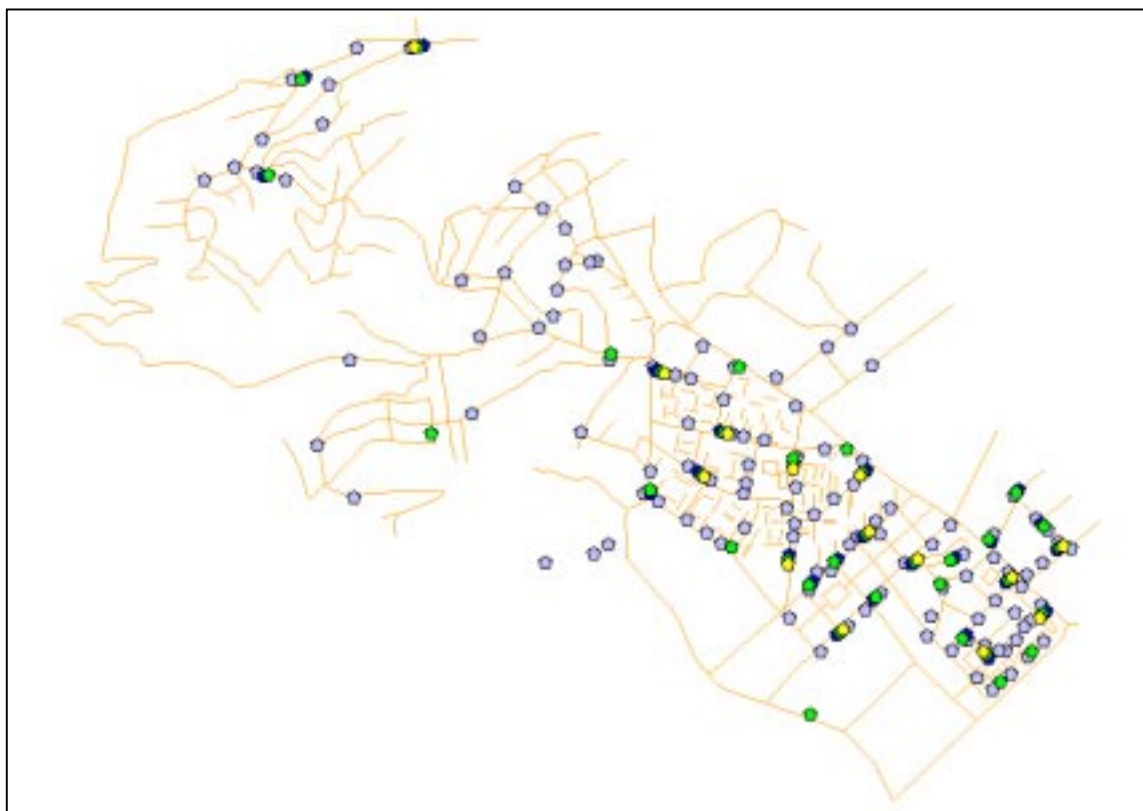


Gráfico 11.11: Baterías de residuos en el sector 5

De la misma forma que en los sectores 1 y 4, con sólo dos viajes se vacían todos los contenedores de rechazo y se recoge el volumen diario generado de esta fracción.

En las zonas menos urbanas, la recogida selectiva es prácticamente nula, y se concentra en las zonas con más población.

## 12. Análisis del sistema actual de recogida en Sant Boi

Sant Boi de Llobregat dispone de un sistema de recogida de residuos municipales que se analiza desde distintos puntos de vista:

- El sistema de recogida de residuos.
- Los residuos generados.
- Los recursos utilizados.
- Las baterías de contenedores.
- Los contenedores.

### 12.1 El sistema de recogida de residuos

La información más actualizada sobre el sistema de recogida de residuos municipales de Sant Boi de Llobregat se refleja en la memoria<sup>4</sup> correspondiente a la gestión del año 1.998, donde se detallan todos los datos correspondientes a elementos que forman parte del sistema de recogida: personal, servicios, cantidades, camiones, contenedores,...

#### 12.1.1. Servicio prestado

El análisis cualitativo del sistema de recogida ofrecido a los ciudadanos de Sant Boi de Llobregat requiere de un estudio inicial del tipo de servicio prestado. El municipio de Sant Boi está en una posición de constante evolución que no debe detenerse, sino todo lo contrario, agilizarse para cubrir los objetivos previstos.

La práctica totalidad de las fracciones separables son recogidas de forma selectiva, si bien, el porcentaje recogido es bajo. El municipio participa en la recogida de papel y cartón, vidrio y envases ligeros dentro del conjunto de fracciones con un peso porcentual importante, quedando para una próxima incorporación, la materia orgánica, que no debe retardar su inicio en la recogida más allá del ejercicio del año 2.000.

El sistema actual también separa las pilas en 98 puntos situados en los mismos comercios, los medicamentos en las farmacias de la ciudad, así como aceites y escombros, todos ellos con técnicas distintas de las habituales, adaptadas a las necesidades de la fracción.

Actualmente, el nivel o grado de atención al cliente no es uno de los aspectos más destacados de Sant Boi de Llobregat, en cuanto a recogida de residuos se refiere. El sistema no distingue entre los residuos generados en el hogar, y los producidos en los comercios y, únicamente, se han situado unos contenedores compactadores especiales en algunas zonas comerciales importantes de la zona. El municipio también ofrece un servicio para que los habitantes puedan deshacerse de trastos voluminosos con la contratación de un servicio vía telefónica.

Los dos parámetros que calibran el nivel de atención al usuario: el ratio de habitantes por contenedor y el ratio de distancia media recorrida por un habitante desde su hogar hasta el contenedor, se cumplen para el caso de la recogida de rechazo, es decir, Sant Boi de Llobregat cumple con cierta holgura los mínimos establecidos. Por el contrario, en el caso de la recogida selectiva de las demás fracciones, existen desajustes en menor o mayor grado, cumpliéndose todos los mínimos sólo en el caso del vidrio.

---

<sup>4</sup> Memoria 1.998 de la recogida de residuos urbanos en Sant Boi de Llobregat.

### 12.1.2. Técnica de recogida

La técnica de recogida de rechazo en Sant Boi de Llobregat es la "clásica", es decir, utiliza camiones con caja compactadora que efectúan el vaciado de los contenedores por la parte trasera del vehículo, requiriendo de tres operarios por cada viaje. Los contenedores son todos de la misma capacidad, diferenciando dos grupos según si se trata de contenedores metálicos o de polietileno.

Las tres fracciones selectivas, con un peso importante, que se recogen en la actualidad: papel y cartón, vidrio y envases ligeros, se recogen con camiones distintos que tienen acoplado un sistema llamado "pluma" para el vaciado de los iglúes. Estos contenedores, con una capacidad superior a los de rechazo, se vacían por la parte superior en las cajas de los vehículos. Las cajas destinadas a esta recogida selectiva no son homogéneas, y el municipio dispone de modelos abiertos, cerrados y cerrados compactadores.

## 12.2. Los residuos generados

Los datos que ofrece Sant Boi de Llobregat no permiten, hasta el momento, presentar una composición más o menos exacta del residuo que genera un habitante cualquiera del municipio. La información que puede reflejar, de una forma más fiable, la composición de los residuos generados en Sant Boi de Llobregat, es la que se desprende de los resultados de un estudio realizado a los 33 municipios del Área Metropolitana de Barcelona (AMB), entre los cuáles se encuentra Sant Boi de Llobregat.

Así pues, para establecer el nivel de separación en la recogida de Sant Boi de Llobregat, es necesario comparar los valores correspondientes a la recogida efectuada durante la última gestión documentada<sup>5</sup> del año 1.998 (Gráfico 12.1), con la composición<sup>6</sup> del residuo generado en el conjunto de todas las poblaciones que forman el AMB (Gráfico 12.2).

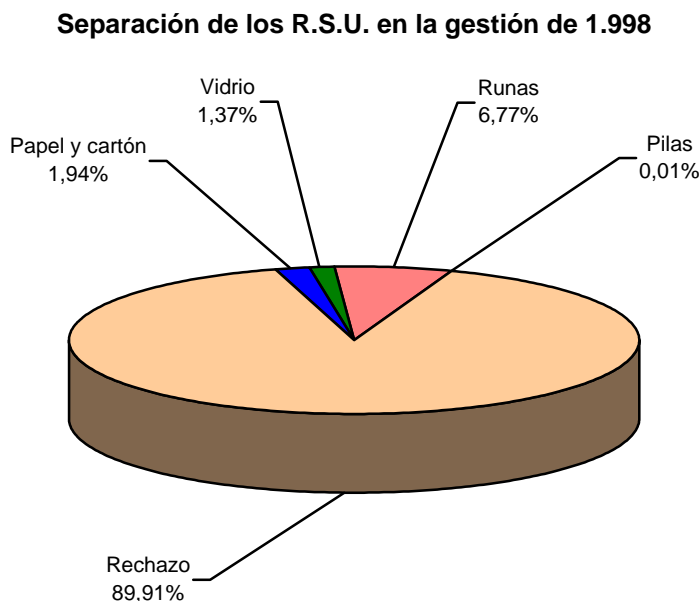


Gráfico 12.1: Recogida de los residuos en Sant Boi de Llobregat

<sup>5</sup> Datos extraídos de la Memoria 98 de la gestión de los residuos urbanos en Sant Boi de Llobregat el año 1.998.

<sup>6</sup> Datos extraídos del estudio desarrollado por la Junta de Residus y plasmado en el PMGRM.

### Composición de los R.S.U. según el PMGRM (1.997)

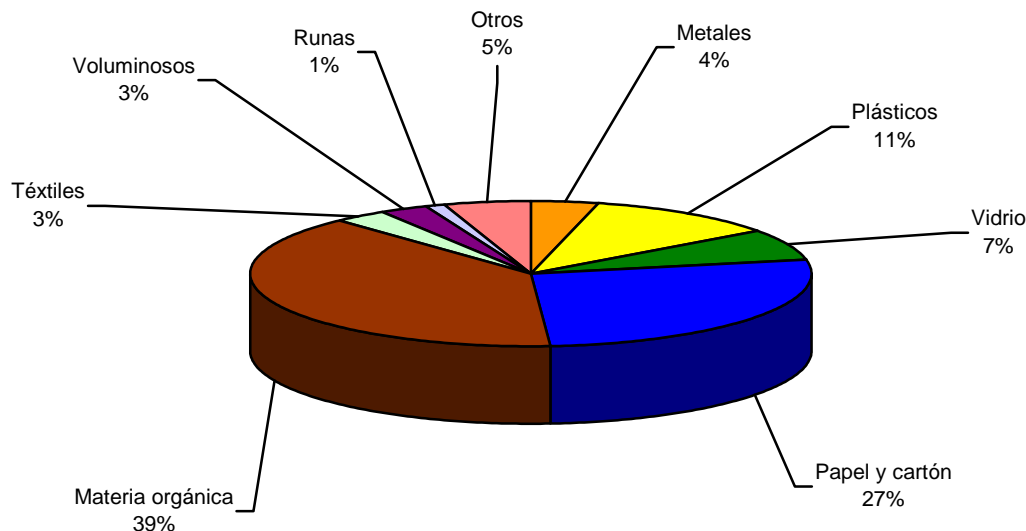


Gráfico 12.2: Composición de los residuos en el AMB

La diferencia entre ambos gráficos es abismal, pero esto no debe rebajar los niveles pretendidos por los objetivos marcados, pues, el éxito del Proyecto reside en el afianzamiento de los valores bianuales que propone la Junta de Residuos (JR) en el PMGRM, y un sistema de gestión con unas aplicaciones que desembocan en una mejora de la calidad en el servicio.

Las cantidades de residuos municipales, que corresponden a estas fracciones, son un dato disponible a lo largo de los últimos ejercicios, si bien, la previsión futura augura un pequeño y mínimo aumento de la producción en los primeros años, para después invertir el comportamiento, tal y como prevé la JR.

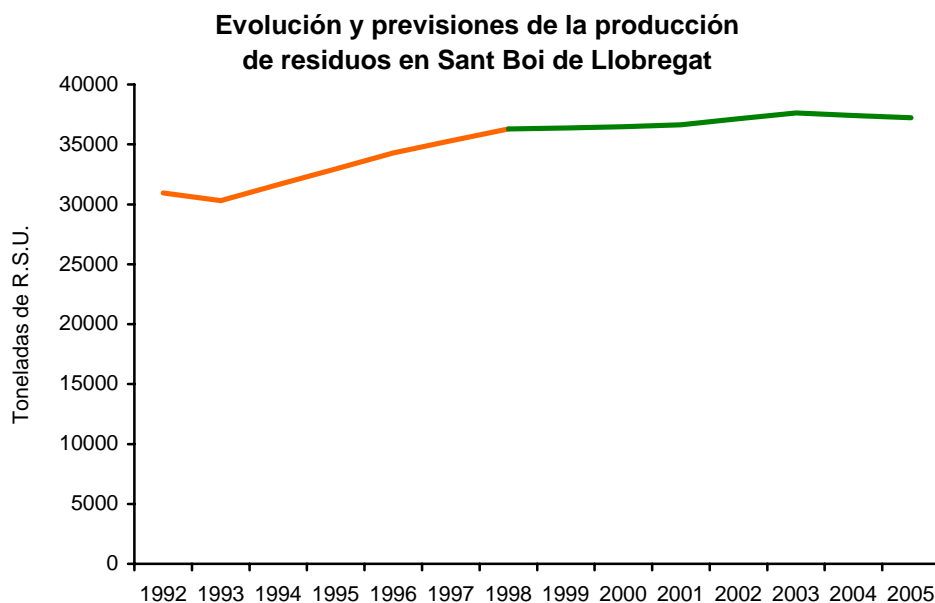


Gráfico 12.3: Evolución y previsiones de la generación de residuos en Sant Boi

Las previsiones de la JR son valores válidos para el Proyecto SIRUS, puesto que el municipio de Sant Boi de Llobregat no pronostica grandes cambios ni en su población, ni en

las características y hábitos de la misma, situando el nivel de habitantes en la frontera de los 80.000.

El residuo generado también se ha estabilizado en un rango comprendido entre las 34.000 y las 38.000 toneladas, valores que proseguirán en los años venideros, tal y como reflejan la Tabla 12.1 y el Gráfico 12.3.

Los datos del gráfico se han obtenido a partir de las fuentes mencionadas a lo largo de este informe, y son los siguientes:

<b>Evolución y previsión de generación de R.S.U. en Sant Boi</b>			
<i>Año</i>	<i>Evolución [tm]</i>	<i>Año</i>	<i>Previsión [tm]</i>
1.992	30.959	2.000	36.469
1.993	30.300	2.001	36.646
1.996	34.290	2.002	37.175
1.998	36.293	2.003	37.631
		2.004	37.422
		2.005	37.214

Tabla 12.1: Datos de la evolución y previsiones de generación de residuos en Sant Boi

La combinación de los datos de la Tabla 12.1 y de la población correspondiente al censo reflejado en la base de datos del Ajuntament de Sant Boi (censo 1.996 - 79.860 habitantes), conducen a uno de los parámetros más utilizados en la evaluación de la generación de residuos municipales, la cantidad de deshechos producidos diariamente por un ciudadano.

Esta masa es general, es decir, engloba todas las fracciones y contempla, tanto la masa generada en los hogares, como la cuota asignada a cada ciudadano correspondiente a la parte proporcional de los residuos de las actividades comerciales.

En la actualidad, Sant Boi de Llobregat dispone de un valor muy próximo a la media del AMB, con  $1,245 \text{ kg/habitante-día}$ .

A partir de la composición de los residuos propuesta por la JR y de los pesos específicos de cada una de las distintas fracciones, los residuos municipales generados en Sant Boi de Llobregat durante el año 1.998 se cuantifican con los siguientes volúmenes y masas.

<b>Cantidad y volumen generado en Sant Boi de cada fracción en 1.998</b>			
<i>Fracción</i>	<i>Cantidad [tm]</i>	<i>Peso específico [<math>\text{kg/m}^3</math>]</i>	<i>Volumen [<math>\text{m}^3</math>]</i>
Materia orgánica	14.154	340	41.629,41
Papel y cartón	9.799	100	97.990,00
Envases ligeros	3.992	30	133.066,67
Vidrio	2.541	330	7.700,00
Metales	1.452	320	4.537,50
Textiles	1.089	65	16.753,85
Voluminosos	1.089	181	6.016,57
Runas	363	1.421	255,45
Otros	1.815	100	18.150,00

Tabla 12.2: Cantidad y volumen generado en Sant Boi de cada fracción en 1.998

Sin embargo, y a pesar de la generación de residuos propuesta en la Tabla 12.2, la recogida de desechos efectuada en el municipio de Sant Boi de Llobregat engloba la mayoría de las fracciones en el rechazo.

<b>Porcentajes de recogida por fracciones en Sant Boi durante 1.998</b>			
<i>Fracción</i>	<i>Generada [tm]</i>	<i>Fracción Separada [%]</i>	<i>Fracción Rechazo [%]</i>
Materia orgánica	14.154	0,00	100,00
Papel y cartón	9.799	7,17	92,83
Envases ligeros	3.992	0,00	100,00
Vidrio	2.541	19,61	80,39
Metales	1.452	0,00	100,00
Textiles	1.089	0,00	100,00
Voluminosos	1.089	169,14	0,00
Runas	363		
Otros	1.815	0,11	99,89

Tabla 12.3: Porcentajes de recogida por fracciones en Sant Boi durante 1.998

Los porcentajes de recogida de la Tabla 12.2 y las cantidades generadas durante 1.998 (Tabla 12.3) se convierten en masas y volúmenes de residuos municipales reales, que describen la situación de Sant Boi en la recogida selectiva.

<b>Volumen recogido de cada fracción en Sant Boi durante 1.998</b>			
<i>Fracción</i>	<i>Recogido [tm]</i>	<i>Peso específico [<math>\text{kg}/\text{m}^3</math>]</i>	<i>Volumen [<math>\text{m}^3</math>]</i>
Rechazo	32.634	por fracciones	311.271,61
Papel y cartón	703	100	7.030,00
Vidrio	498	330	1.509,09
Runas	2.456	1.421	1.728,36
Pilas	2	-	-

Tabla 12.3: Volumen recogido de cada fracción en Sant Boi durante 1.998

### 12.3. Los recursos utilizados

Los recursos<sup>7</sup> utilizados para la gestión de los residuos municipales de Sant Boi de Llobregat son numerosos y diversificados. Podemos dividirlos en tres grandes grupos.

- Personal.
- Vehículos.
- Contenedores.

#### 12.3.1. Personal

El personal asociado a la recogida de residuos sólidos urbanos está dividido en categorías y servicios en los que participa. El número de trabajadores de la plantilla asciende a 70, estando directamente relacionados con el servicio de recogida de residuos un total de 19 empleados: 1 encargado, 6 conductores y 12 peones.

<sup>7</sup> Datos de los recursos para la gestión de los residuos municipales de Sant Boi en Memoria'98 de CORESSA.

El resto del personal se reparte en la dirección y los talleres (5), el servicio de limpieza varia (41), el de intervención inmediata (4) y el servicio de escombros y trastos (1).

### 12.3.2. Vehículos

El municipio de Sant Boi de Llobregat dispone de camiones recogedores - compactadores, en un número de 6 unidades destinadas, principalmente, a la recogida de rechazo. Estos 6 vehículos cubren los 5 sectores de recogida de la población, que son recorridos diariamente, cada uno con un camión.

Las capacidades de los camiones oscilan entre los 23 m<sup>3</sup> del vehículo más nuevo, y los 16 m<sup>3</sup> de los dos camiones más pequeños, mientras que los otros 3 tienen una capacidad de 20 m<sup>3</sup>.

El resto de fracciones son recogidas con otros vehículos que tienen acoplado el sistema de vaciado utilizado por los contenedores tipo iglú. El número de unidades destinadas a estas funciones es de 3, cada uno de los cuales, dispone de propiedades diferentes.

El primer vehículo para el vaciado de contenedores tipo iglú es un camión volquete con una caja abierta de 8 toneladas que puede recoger cualquiera de la tres principales fracciones implantadas en Sant Boi de Llobregat: el papel y cartón, el vidrio y los envases ligeros. Los otros 2 vehículos, destinados al vaciado de contenedores de la fracción separada, son dos camiones con equipo de enganche o "pluma", uno de los cuales dispone de una caja compactadora que le permite recoger papel y cartón y envases ligeros, pero no vidrio.

<b>Vehículos para la recogida de residuos en Sant Boi de Llobregat</b>			
<i>Unidades</i>	<i>Vehículo</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Fracciones recogidas</i>
1	Camión caja compactadora	23 m <sup>3</sup>	Rechazo
3	Camión caja compactadora	20 m <sup>3</sup>	Rechazo
2	Camión caja compactadora	16 m <sup>3</sup>	Rechazo
1	Camión volquete	8 tm	Papel y cartón, vidrio y envases ligeros
2	Camiones con "pluma"		Papel y cartón y envases ligeros

Tabla 12.4: Vehículos para la recogida de residuos en Sant Boi de Llobregat

Los camiones con una caja compactadora disponen de una relación de compactación 1:2 para el rechazo, para el papel y cartón y para los envases ligeros, aunque en esta última fracción se puede alcanzar un valor de 1:2,5. El vidrio no es compactado como consecuencia de su elevado peso específico, que dificulta el proceso y ocasiona daños en el equipo de compactación.

### 12.3.3. Contenedores

Los contenedores<sup>8</sup> son los pequeños almacenes temporales, que ocupan parte de la superficie de las calles de Sant Boi de Llobregat. La variedad y heterogeneidad de los contenedores es mucho mayor que la de los vehículos.

Los atributos que clasifican los contenedores son la capacidad del mismo y la fracción recogida. Nuevamente, los contenedores de rechazo son los más numerosos y, aunque todos ellos tienen la misma capacidad, el material de construcción es distinto, distinguiendo 2 modelos: los contenedores metálicos y los de polietileno.

<sup>8</sup> Datos de los contenedores extraídos de la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.



La recogida de rechazo se divide en sectores que agrupan contenedores de los dos modelos. El reparto de los contenedores es el siguiente:

<b>Contenedores de rechazo en Sant Boi de Llobregat</b>			
<i>Sector</i>	<i>"Ruta"</i>	<i>C. metálicos de 1.100 litros [u]</i>	<i>C. de polietileno de 1.100 litros [u]</i>
1	201	192	36
2	202	101	104
3	203	148	81
4	204	193	16
5	205	208	5
<b>Total</b>		<b>842</b>	<b>242</b>

Tabla 12.5: Contenedores de rechazo por sectores en Sant Boi de Llobregat

Uniendo las unidades de los dos modelos, los contenedores censados en la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat sobrepasan las mil unidades, alcanzando la cantidad de 1.084.

Estos contenedores se distribuyen sobre la cartografía del municipio de Sant Boi en áreas de recogida, llamadas baterías, que albergan, en muchos casos, más de un contenedor. Así mismo, la base de datos manejada proporciona la posición de la batería y no la del contenedor como unidad.

El número de zonas o puntos de recogida es de 524 baterías, en las que no conviven modelos distintos, es decir, una batería está formada únicamente por unidades de un mismo modelo, metálicos o de polietileno. Esta consideración reduce el impacto visual provocado por una acumulación masiva de contenedores.

El reparto de las baterías en los 5 sectores se refleja en la Tabla 12.6.

<b>Baterías de contenedores de rechazo en Sant Boi de Llobregat</b>			
<i>Sector</i>	<i>"Ruta"</i>	<i>B. de cont. de metálicos [u]</i>	<i>B. de cont. de polietileno [u]</i>
1	201	73	17
2	202	48	51
3	203	59	37
4	204	108	14
5	205	115	2
<b>Total</b>		<b>403</b>	<b>121</b>

Tabla 12.6: Baterías de contenedores de rechazo en Sant Boi de Llobregat

La configuración de las baterías es homogénea en cuanto a modelo de contenedores se refiere, pero, esta homogeneidad no se prolonga en las unidades dispuestas. El número de contenedores dispuesto en cada batería<sup>9</sup> oscila entre un mínimo de 1 y un máximo de 8 unidades.

En la Tabla 12.7 se agrupan las baterías según el número de contenedores que tiene asignados, distinguiendo los dos modelos.

<sup>9</sup> Datos extraídos de la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.

<b>Baterías y contenedores de rechazo según las unidades dispuestas</b>					
<i>Contenedores metálicos de 1.100 l.</i>			<i>Contenedores de polietileno de 1.100 l.</i>		
<i>U. batería</i>	<i># Baterías</i>	<i># Contenedores</i>	<i>U. batería</i>	<i># Baterías</i>	<i># Contenedores</i>
1	134	134	1	43	43
2	156	312	2	44	88
3	75	225	3	27	81
4	28	112	4	6	24
5	4	20	5	0	0
6	4	24	6	1	6
7	1	7	7	0	0
8	1	8	8	0	0
<b>Total</b>	<b>403</b>	<b>842</b>	<b>-</b>	<b>121</b>	<b>242</b>

Tabla 12.7: Baterías y contenedores de rechazo según las unidades dispuestas

El residuo que se almacena en los contenedores no está compactado, y el volumen que ocupa es el propio de la fracción, en este caso el rechazo. Los valores del censo de contenedores de rechazo indican que Sant Boi de Llobregat ofrece 894 m<sup>3</sup> para almacenar rechazo en sus calles, considerando un factor máximo de llenado del 75 %. El volumen de almacenaje considerado se reparte en los 5 sectores tal y como muestra la Tabla 12.8.

<b>Volumen ofertado por los contenedores de rechazo</b>		
<i>Sector</i>	<i>"Ruta"</i>	<i>Volumen [m<sup>3</sup>]</i>
1	201	188,11
2	202	169,14
3	203	188,93
4	204	172,43
5	205	175,73

Tabla 12.8: Volumen ofertado por los contenedores de rechazo

El otro gran grupo de contenedores es el encargado de almacenar temporalmente las fracciones principales de la recogida selectiva, es decir, los iglúes donde permanecen el papel y cartón, el vidrio y los envases ligeros, hasta su recogida.

A pesar de recoger distintas fracciones, el modelo de contenedor es el mismo, un iglú de 2.500 litros de capacidad, variando, únicamente, el color característico que identifica cada fracción: azul, verde y amarillo, para el papel y cartón, vidrio y envases ligeros, respectivamente.

En la Tabla 12.9 se cuantifican<sup>10</sup> las unidades de cada uno de los modelos de estos contenedores.

<b>Contenedores para la recogida selectiva en Sant Boi de Llobregat</b>	
<i>Tipo de contenedor</i>	<i>Unidades [u]</i>
Iglú azul de 2.500 litros para recoger papel y cartón	130
Iglú verde de 2.500 litros para recoger vidrio	171
Iglú amarillo de 2.500 litros para recoger envases ligeros	80

Tabla 12.9: Contenedores para la recogida selectiva en Sant Boi de Llobregat

<sup>10</sup> Datos extraídos de la base de datos del Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.

Los envases ligeros son la última fracción que se ha incorporado al proceso de recogida selectiva, y el número de contenedores está aumentando continuamente debido a la respuesta ciudadana y a su elevado peso específico, pues se requiere de una mayor oferta en el volumen de almacenamiento en las calles.

El municipio dispone también, de otros depósitos de almacenamiento temporal con otra funcionalidad, como por ejemplo, 15 contenedores de recogida de escombros y trastos voluminosos, 98 puntos de recogida de pilas, 3 contenedores compactadores estáticos cercanos a los mercados, 29 puntos de recogida de papel y cartón de productores singulares, 1.128 papeleras dispuestas en las calles,...

## **12.4. Las baterías de contenedores**

Las baterías de contenedores son el primero de los elementos del sistema de recogida que puede ser evaluado por las herramientas y las aplicaciones resultantes del Proyecto SIRUS.

La ejecución distingue la fracción analizada y la zona seleccionada para el estudio, y requiere una secuencia de acciones que se comentan y detallan con pantallas en el anexo de valoración de la situación actual (Anexo I: Valoración de la situación actual).

De igual forma, los resultados emergentes de las aplicaciones de SIRUS son muy extensos, y se hace necesario resumirlos, presentando los valores más relevantes. Nuevamente, el proceso de consecución de los resultados de la valoración y los valores detallados de los mismos se pueden consultar en el anexo comentado con anterioridad.

La exposición de los resultados generales de la valoración de la situación de las baterías sigue un esquema rígido, separando el análisis por fracciones, y por sectores dentro de cada fracción. Así pues, el orden establecido para las fracciones es el siguiente:

- Rechazo.
- Papel y cartón.
- Vidrio.
- Envases ligeros.

y dentro de cada fracción:

- Sector 1.
- Sector 2.
- Sector 3.
- Sector 4.
- Sector 5.

### **12.4.1. Baterías de rechazo**

La fracción del rechazo es la que, actualmente, recoge una mayor cantidad de residuos, por consiguiente, las baterías y los contenedores destinados a esta fracción son más numerosos y ofrecen un servicio que cubre a toda la población y a todos los comercios.

El reparto de las baterías en los diferentes sectores se ha detallado en la Tabla 12.7, por lo tanto, el análisis de cada uno de los sectores para esta fracción es viable.

### 12.4.1.1. Baterías de rechazo en el sector 1

La distribución de las baterías de rechazo del sector 1 proporcionada por la base de datos del Ajuntament de Sant Boi, y representada por SIRUS, se expone en el Gráfico 12.4:

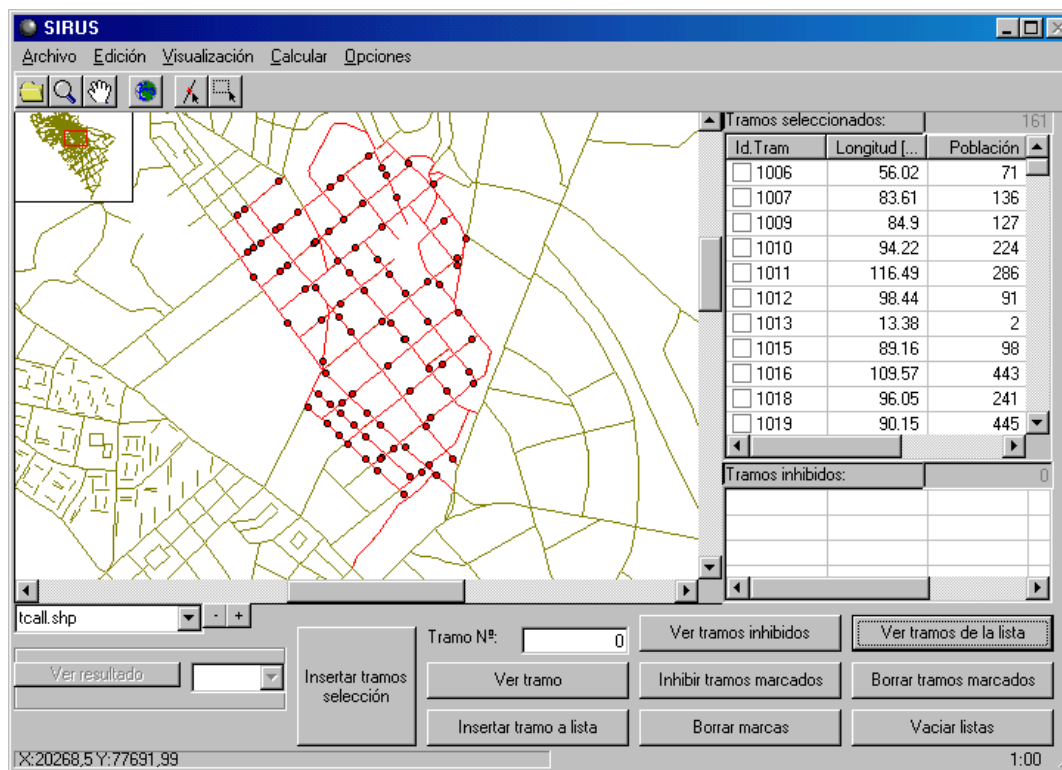


Gráfico 12.4: Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 1

Los resultados más destacados para la distribución de las baterías de rechazo en el sector 1 se refleja en la Tabla 12.10:

Resultados generales del rechazo en el sector 1	
Concepto	Valores
Número de baterías	90 baterías
Distancia media habitante – batería	32,63 metros
Distancia máxima habitante – batería	210,86 metros
Distancia media entre baterías	49,19 metros
Cobertura de tramos con población	10.920 metros

Tabla 12.10: Resultados generales del rechazo en el sector 1

Los 11 kilómetros de calle con población asociada del sector 1, disponen de 90 baterías distribuidas para ofrecer un servicio de calidad al usuario.

Las 90 baterías de rechazo se reparten de forma homogénea sobre toda la superficie del sector 1, aunque, en algunas zonas se contempla una superior concentración de baterías como consecuencia de la mayor densidad de población.

La ubicación de baterías en las zonas altamente pobladas repercute en un descenso de la distancia media recorrida, a la vez que perjudica a los ciudadanos que residen en áreas menos pobladas. La diferencia entre la distancia máxima recorrida y la media es notable, mientras que la dispersión de las baterías es más homogénea.

Otros datos de especial interés hacen referencia al ciudadano más perjudicado por la actual distribución, a la batería con más población asociada,...., resultados que se muestran en la Tabla 12.11:

<b>Resultados particulares del rechazo en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 930	365,41 m. de 1.313-1
Habitante más perjudicado	tramo 865	210,86 m. de 823-1 y 864-2
Batería con más población asociada	batería 1.015-1	564 habitantes (3,11 %)
Batería con más cobertura	batería 847-1	355,98 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 1.060-1	134,29 m. de 1.059-1

Tabla 12.11: Resultados particulares del rechazo en el sector 1

Los resultados particulares sólo indican donde se localizan los valores extremos para la distribución de las baterías de rechazo en el sector 1, y por o tanto, son índices de calidad.

A pesar de la validez de esta información detallada, no se pueden extrapolar los valores extremos al resto del sector, donde el servicio se caracteriza por las medias y la distribución de la población respecto a su batería más próxima.

El Gráfico 12.5 y la Tabla 12.12 representan el histograma de esta distribución de la distancia recorrida por la población del sector 1 hasta su batería de rechazo más próxima, localizando el 99 % de la población a una distancia menor de 120 metros.

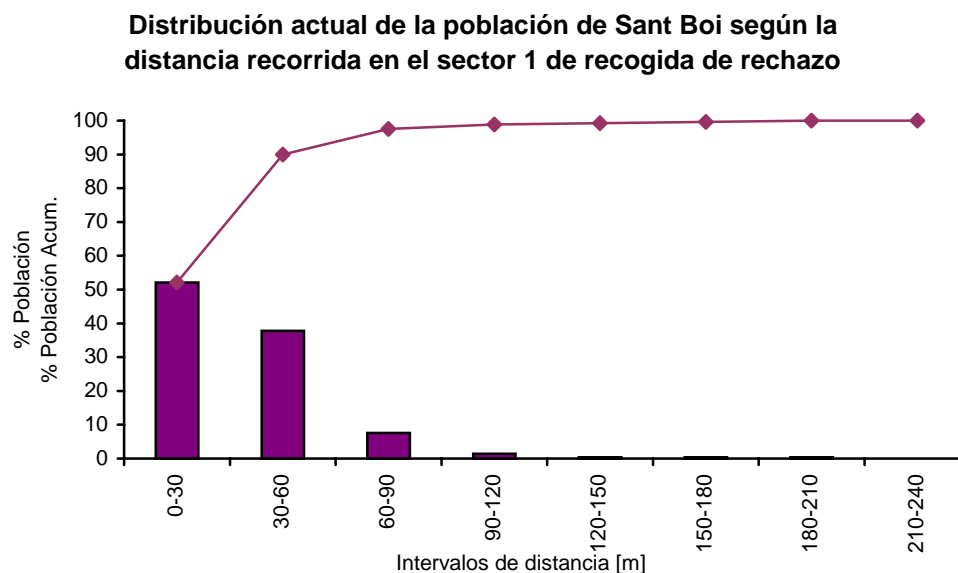


Gráfico 12.5: Histograma de distancias para el rechazo en el sector 1

<b>Datos del histograma de la población del sector 1 para el rechazo</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>	<i>180-210</i>	<i>210-240</i>
% Hab.	52,11	37,83	7,57	1,39	0,39	0,35	0,35	0,01
Pobl.	9.442	6.855	1.372	251	70	64	64	2
% Hab. Ac.	52,11	89,94	97,51	98,90	99,28	99,64	99,99	100,00
Pobl. Ac.	9.442	16.297	17.669	17.920	17.990	18.054	18.118	18.120

Tabla 12.12: Datos del histograma de la población del sector 1 para el rechazo

### 12.4.1.2. Baterías de rechazo en el sector 2

El sector 2 de Sant Boi es el menos poblado de los 3 (sector 1-3) que forman el centro de la ciudad, y la distribución de sus baterías de rechazo vista por SIRUS, se muestra en el Gráfico 12.6:

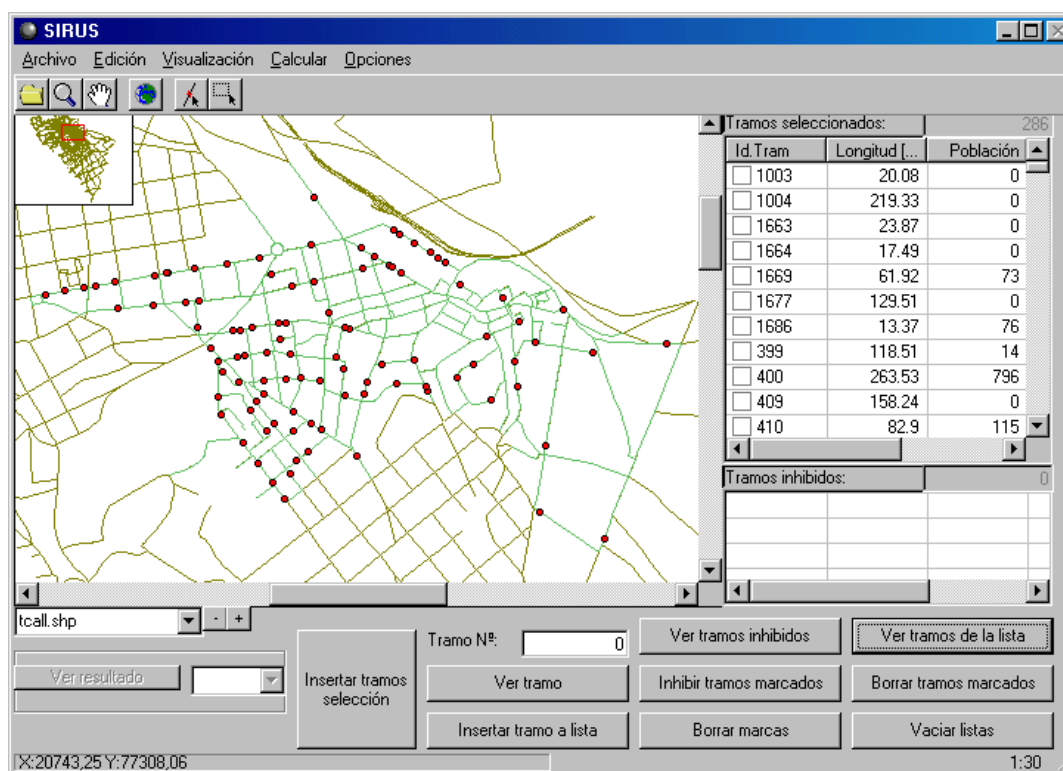


Gráfico 12.6: Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 2

Para esta distribución de baterías de rechazo y el entramado de calles del sector 2, los resultados generales más destacados se resumen en la Tabla 12.13:

Resultados generales del rechazo en el sector 2	
Concepto	Valores
Número de baterías	99 baterías
Distancia media habitante – batería	40,91 metros
Distancia máxima habitante – batería	261,03 metros
Distancia media entre baterías	66,30 metros
Cobertura de tramos con población	16.313 metros

Tabla 12.13: Resultados generales del rechazo en el sector 2

A pesar de disponer de 5 kilómetros de calles más que el sector 1, el número de habitantes es inferior, y por lo tanto, la densidad de población también disminuye. Así pues, las baterías deben estar y están distribuidas de forma más homogénea para dar servicio a todos los residentes en el sector 2.

La mayor dispersión de las baterías de rechazo en el sector se traduce en un aumento considerable de la distancia media entre baterías respecto a los resultados del sector 1. Además, la población también debe recorrer una mayor distancia media desde su hogar hasta el contenedor más cercano. Los ciudadanos más perjudicados de un y otro sector recorren unas distancias similares, aunque en este segundo sector el recorrido medio es superior.

La exposición de los resultados más particulares referentes a las baterías de rechazo del sector 2, se realiza en la Tabla 12.14, y cabe destacar la coincidencia de la ubicación del usuario más perjudicado con el nodo más alejado de su batería más próxima.

<b>Resultados particulares del rechazo en el sector 2</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 496	261,03 m. de 835-1
Habitante más perjudicado	tramo 886	261,03 m. de 835-1 y 835-1
Batería con más población asociada	batería 456-1	869 habitantes (6,07 %)
Batería con más cobertura	batería 505-1	651,00 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 668-1	262,28 m. de 681-1

Tabla 12.14: Resultados particulares del rechazo en el sector 2

Tanto los resultados particulares como los generales no contemplan uno de los tramos del sector 2 que se encuentra aislado del mismo, es decir, sus nodos no se comunican con el resto.

La distribución más dispersa de las baterías conlleva una asignación, de la población a las baterías, más desequilibrada, debido a la irregular distribución de los ciudadanos sobre la superficie del segundo sector.

El Gráfico 12.7 y la Tabla 12.15 representan el histograma de esta distribución de la distancia recorrida por la población del sector 2 hasta su batería de rechazo más próxima, localizando el 99 % de la población a una distancia menor de 150 metros.

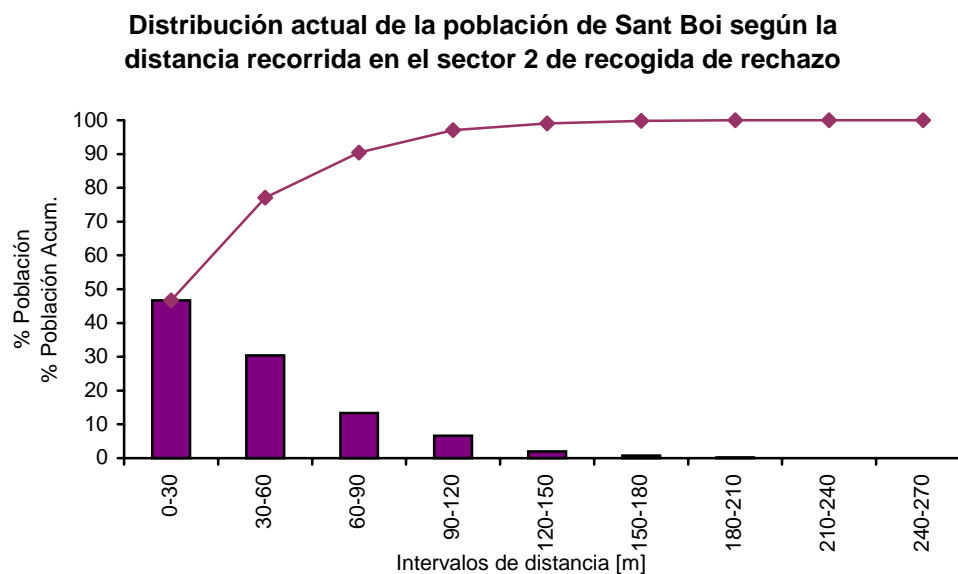


Gráfico 12.7: Histograma de distancias para el rechazo en el sector 2

<b>Datos del histograma de la población del sector 2 para el rechazo</b>									
<i>Interv.</i>	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
% Hab.	46,66	30,44	13,32	6,64	2,02	0,72	0,18	0,01	0,01
Pobl.	6.682	4.360	1.907	951	289	103	26	2	1
% H. Ac.	46,66	77,10	90,42	97,06	99,08	99,80	99,98	99,99	100,00
P. Ac.	6.682	11.042	12.949	13.900	14.189	14.292	14.318	14.320	14.321

Tabla 12.15: Datos del histograma de la población del sector 2 para el rechazo

### 12.4.1.3. Baterías de rechazo en el sector 3

El sector tres es el sector más poblado de Sant Boi de Llobregat. La distribución de las baterías de rechazo de este sector, que además es el que tiene un mayor número de comercio ubicados en él, se representa en el Gráfico 12.8:

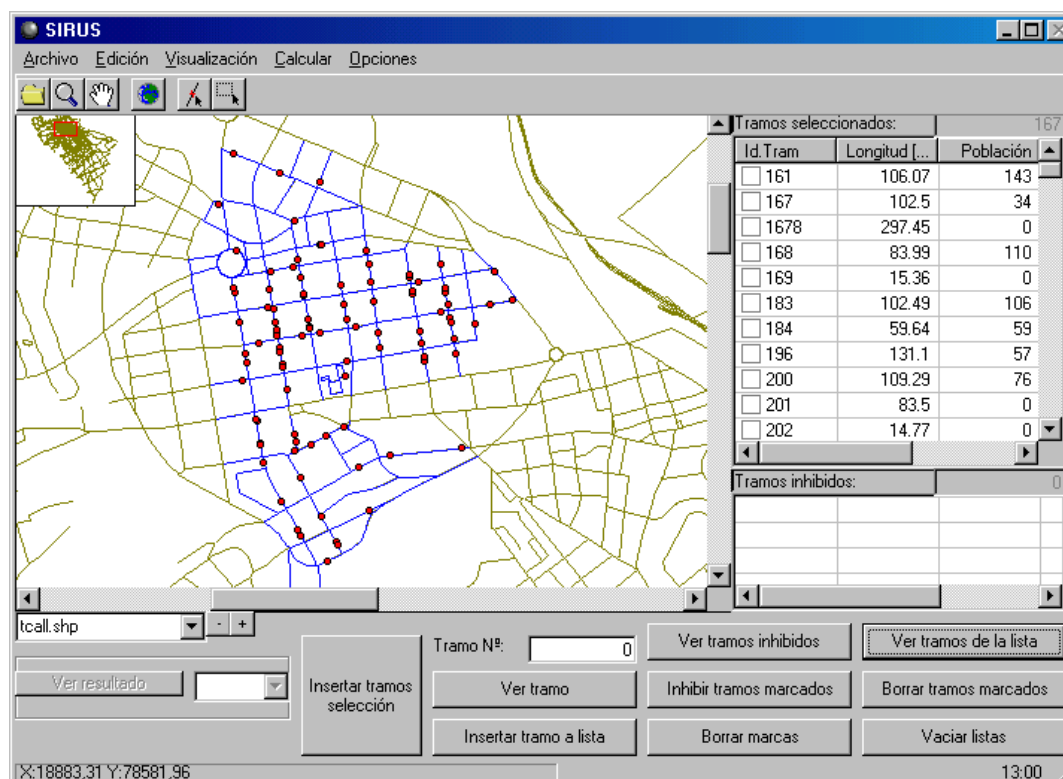


Gráfico 12.8: Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 3

La concentración de casi el 25 % de la población en este sector, le otorga un interés especial a los resultados generales de la distribución de baterías, puesto que el peso específico de los mismos caracteriza todo el área centro del municipio. Los valores correspondientes a las baterías de rechazo del sector 3 se exponen en la Tabla 12.16:

Resultados generales del rechazo en el sector 3	
Concepto	Valores
Número de baterías	96 baterías
Distancia media habitante – batería	39,15 metros
Distancia máxima habitante – batería	316,40 metros
Distancia media entre baterías	42,12 metros
Cobertura de tramos con población	11.732 metros

Tabla 12.16: Resultados generales del rechazo en el sector 3

El valor más destacable es el aislamiento de un grupo de ciudadanos residentes en este sector, que deben recorrer distancias superiores a los 300 metros para depositar sus bolsas de rechazo en el contenedor más cercano.

El resto de valores se mantiene dentro del rango descrito por los dos primeros sectores de Sant Boi de Llobregat, tendiendo a la localización de las baterías en zonas densamente pobladas, con el objetivo de reducir el recorrido medio de los usuarios y la dispersión homogénea de los contenedores.



La localización del ciudadano más perjudicado, y de todos aquéllos que recorren una distancia superior a la permitida o aconsejada, permite corregir y mejorar el servicio ofrecido a los habitantes de Sant Boi de Llobregat<sup>11</sup>. Los valores extremos se muestran en la Tabla 12.17:

<b>Resultados particulares del rechazo en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 361	316,40 m. de 766-1
Habitante más perjudicado	tramo 707	316,40 m. de 766-1 y 766-1
Batería con más población asociada	batería 445-1	945 habitantes (4,91 %)
Batería con más cobertura	batería 766-1	469,04 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 662-1	187,57 m. de 662-2

Tabla 12.17: Resultados particulares del rechazo en el sector 3

Tal y como ocurría en el sector 2, la distancia máxima recorrida por un usuario hasta su batería de rechazo más próxima, y la distancia desde el nodo más perjudicado hasta la batería más cercana, son idénticas, lo que supone, la existencia de habitantes en ese nodo concreto.

Por el contrario, la batería con más población asociada, reúne a más habitantes que la del sector 2, pero agrupa a un tanto por ciento menor de la población del mismo.

La existencia de ciudadanos a más de 300 metros no supone un alejamiento general de la población respecto a la batería más cercana, y como ocurría en el sector 2, el 99 % de los habitantes recorre menos de 150 metros. El Gráfico 12.9 y la Tabla 12.18 representan el histograma:

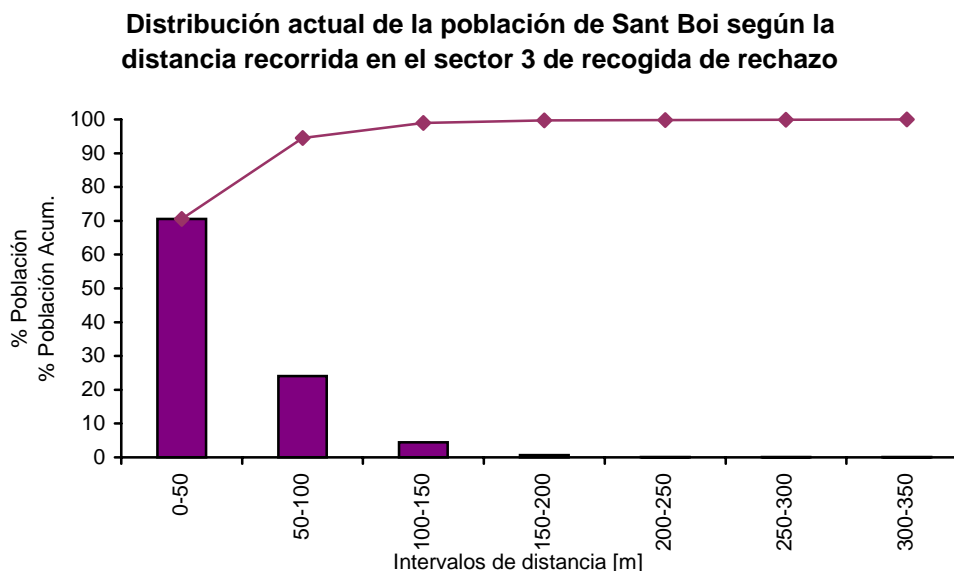


Gráfico 12.9: Histograma de distancias para el rechazo en el sector 3

<sup>11</sup> Se debe tener en cuenta el hecho el parámetro utilizado para esta afirmación es mucho más restrictivo que el solicitado por parte de la Junta de Resíduos Urbanos.

Datos del histograma de la población del sector 3 para el rechazo							
Interv.	0-50 [m]	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350
% Hab.	70,53	24,02	4,43	0,69	0,14	0,14	0,05
Pobl.	13.586	4.627	853	133	27	27	9
% Hab. Ac.	70,53	94,55	98,98	99,67	99,81	99,95	100,00
Pobl. Ac.	13.586	18.213	19.066	19.199	19.226	19.253	19.262

Tabla 12.18: Datos del histograma de la población del sector 3 para el rechazo

#### 12.4.1.4. Baterías de rechazo en el sector 4

El sector 4 del municipio de Sant Boi contiene zonas más rurales y urbanizaciones, y la distribución de sus baterías de rechazo se refleja en SIRUS tal y como muestra el Gráfico 12.10:

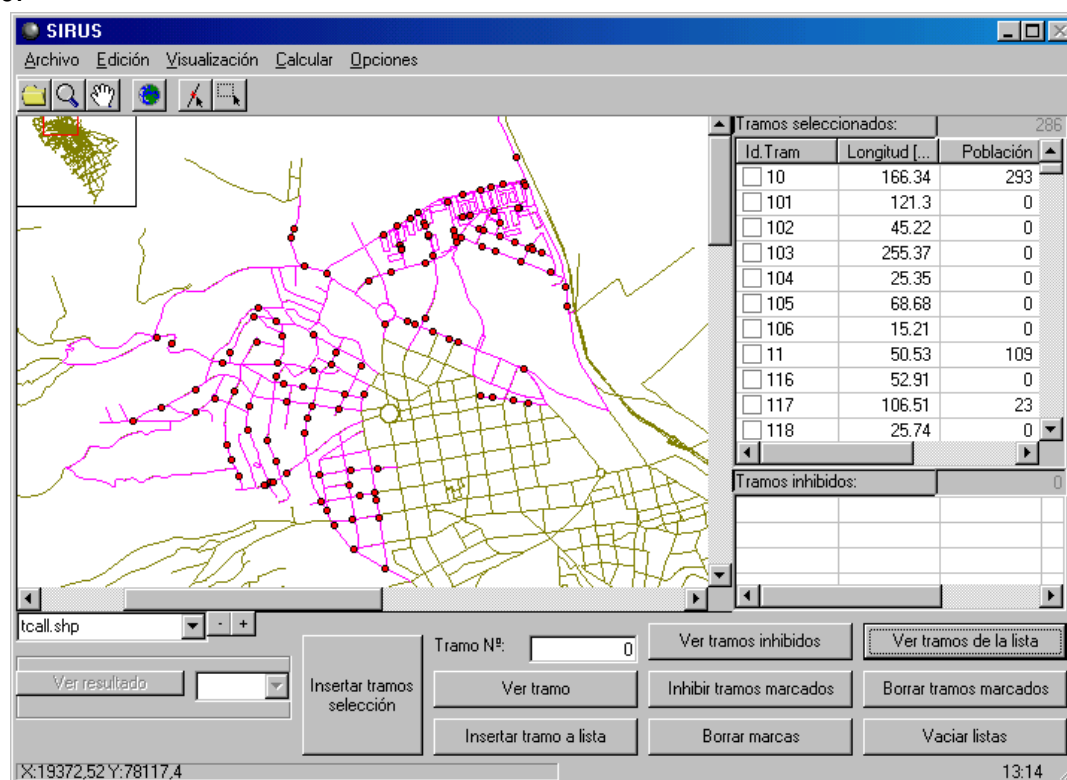


Gráfico 12.10: Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 4

Las calles del sector 4 presentan unas características especiales que dificultan la valoración de la distribución de baterías, puesto que el entramado mantiene ciertas calles aisladas, de forma individual, del resto de tramos. Por consiguiente, todos los ciudadanos residentes en calles aisladas sin batería en su propio tramo, deben recorrer una distancia infinita hasta su contenedor más cercano, ya que el programa sólo considera posible el movimiento de personas mediante tramos de vía pública.

<b>Resultados generales del rechazo en el sector 4</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	122 baterías
Distancia media habitante – batería	∞ metros
Distancia máxima habitante – batería	∞ metros
Distancia media entre baterías	65,11 metros
Cobertura de tramos con población	21.760 metros

Tabla 12.19: Resultados generales del rechazo en el sector 4

La disposición de más baterías en este cuarto sector no se convierte en una reducción de las distancias máximas y medias, debido a los 22 kilómetros de calles y al aislamiento de algunas de ellas.

Con la conexión de los tramos aislados o la disposición de baterías en ellos, todos los habitantes residentes en el sector 4 recibirán un trato más real, y determine la distancia media y máxima real recorrida por un ciudadano.

La Tabla 12.20 muestra los valores particulares resultantes del análisis de la población que no está aislada en el sector 4, que se corresponde con el 57,98 % del total, es decir, 8.827 ciudadanos de los 15.224 reales.

<b>Resultados particulares del rechazo en el sector 4</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.087	621,90 m. de 310-1
Habitante más perjudicado	tramo 457	695,11 m. de 406-2 y 310-1
Batería con más población asociada	batería 1.679-1	2.476 habitantes (16,26 %)
Batería con más cobertura	batería 1.679-1	1.671,28 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 4-1	312,23 m. de 16-7

Tabla 12.20: Resultados particulares del rechazo en el sector 4

La desconexión de las calles y el acercamiento hacia una zona más rural y menos urbanizada conlleva un aumento de las distancias de servicio. Este hecho, tiene especial importancia en la zona más poblada del sector, donde es necesario distancias medias y máximas equivalentes a las de los tres primeros sectores (sectores 1-3).

El aumento de las distancias en las zonas residenciales y rurales es una situación habitual en los municipios, puesto que la densidad lineal en los tramos no es tan elevada como en el caso del centro de una ciudad, y por lo tanto, las necesidades en cuanto a número de contenedores son inferiores.

Distribución actual de la población de Sant Boi según la distancia recorrida en el sector 4 de recogida de rechazo

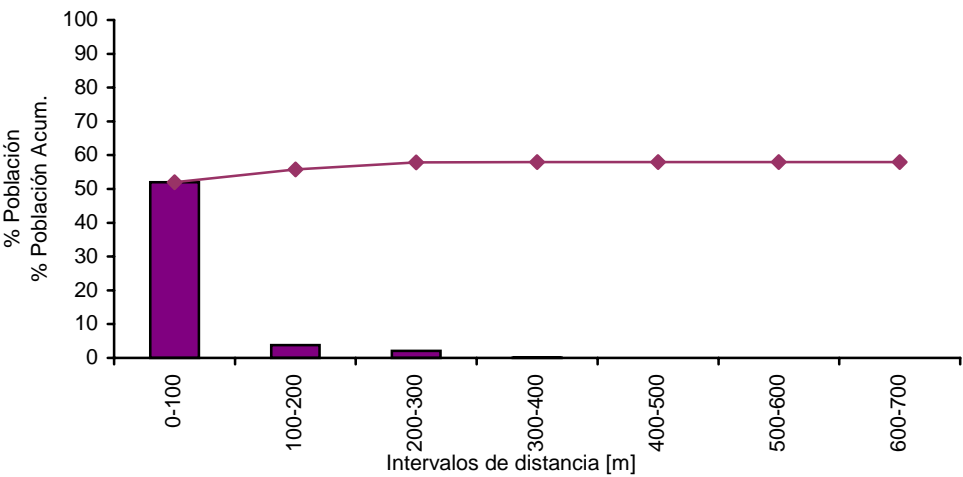


Gráfico 12.11: Histograma de distancias para el rechazo en el sector 4

Datos del histograma de la población del sector 4 para el rechazo							
Interv.	0-100 [m]	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700
% Hab.	52,02	3,80	2,04	0,07	0,02	0,01	0,03
Pobl.	7.920	578	310	10	3	2	4
% Hab. Ac.	52,02	55,82	57,86	57,92	57,94	57,95	57,98
Pobl. Ac.	7.920	8.498	8.808	8.818	8.821	8.823	8.827

Tabla 12.21: Datos del histograma de la población del sector 4 para el rechazo

#### 12.4.1.5. Baterías de rechazo en el sector 5

La última de las distribuciones de baterías de rechazo, corresponde al sector 5, y sus atributos se asemejan a las presentadas por el sector 4.

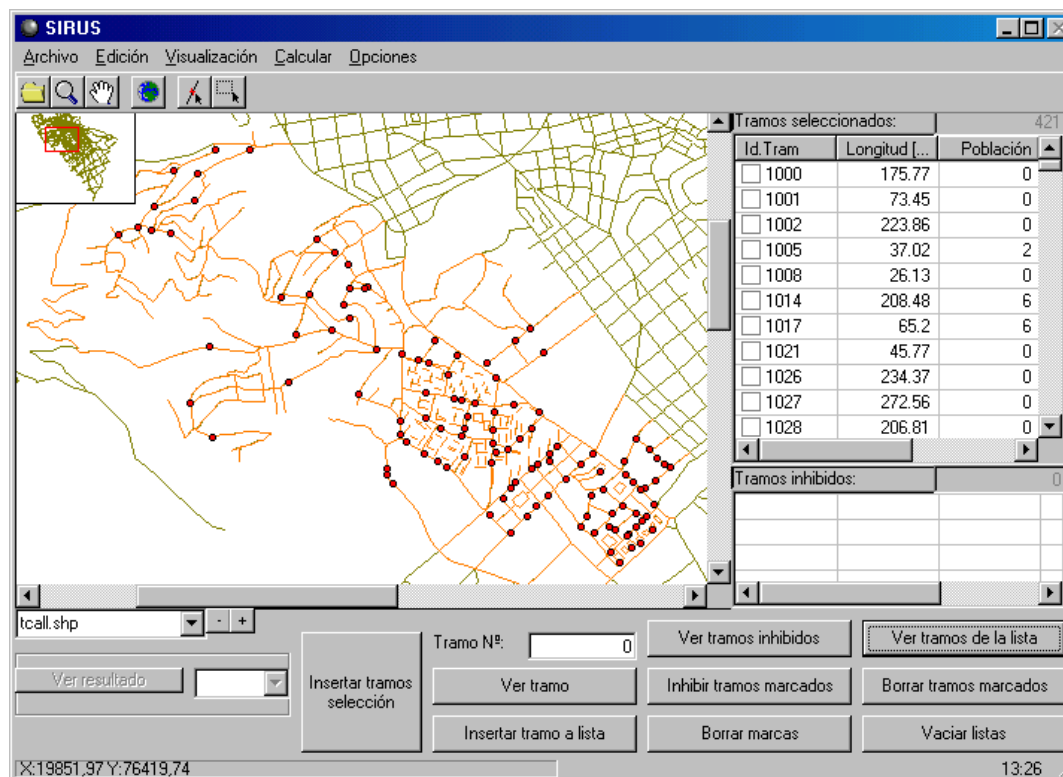


Gráfico 12.12: Pantalla con la distribución actual de las baterías de rechazo en el sector 5

La desconexión presente en las calles del sector 5 es más acentuada que en el sector 4, y las características de la zona son más típicas de zonas rurales o urbanizaciones.

Los resultados de las aplicaciones de SIRUS reflejan el aislamiento de la población considerando distancias de usuario infinitas, es decir, se considera que los habitantes de los sectores 4 y 5, que están aislados, no pueden acceder a las baterías externas a su tramo.

Resultados generales del rechazo en el sector 5	
Concepto	Valores
Número de baterías	117 baterías
Distancia media habitante – batería	$\infty$ metros
Distancia máxima habitante – batería	$\infty$ metros
Distancia media entre baterías	81,04 metros
Cobertura de tramos con población	26.125 metros

Tabla 12.22: Resultados generales del rechazo en el sector 5

La mayor extensión superficial y vial de este quinto sector conlleva un nuevo aumento de las distancias recorridas por los usuarios, ya que sólo se dispone de unas 20 baterías más que en los tres primeros sectores (sectores 1-3) para cubrir más del doble de longitud vial.

Como sucede con el sector 4, la conexión de los tramos aislados o la disposición de baterías en ellos, corrige los problemas detectados en el análisis de este sector.

La Tabla 12.23 muestra los valores particulares resultantes del análisis de la población que no está aislada en el sector 5, que se corresponde con el 66,46 % del total, es decir, 8.507 ciudadanos de los 12.801 reales.

Resultados particulares del rechazo en el sector 5		
Concepto	Identificador	Valores
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 513	586,42 m. de 1.081-1
Habitante más perjudicado	tramo 1.088	574,37 m. de 1.088-1 y 1.088-1
Batería con más población asociada	batería 1.318-1	743 habitantes (5,80 %)
Batería con más cobertura	batería 829-1	1.222,31 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 1.088-1	382,50 m. de 1.048-1

Tabla 12.23: Resultados particulares del rechazo en el sector 5

A pesar de presentar valores de peor calidad que los tres primeros sectores (sectores 1-3), los resultados particulares no son tan extremos como los del sector 4, tanto para las distancias como para las características de cada batería, ya que el tanto por ciento de población aislada es menor.

La distribución de las baterías en este último sector es muy irregular, concentrando un gran número de ellas en la zona con densidad de población más elevada, mientras que el resto se disponen sobre la superficie de forma muy homogénea.

Distribución actual de la población de Sant Boi según la distancia recorrida en el sector 4 de recogida de rechazo

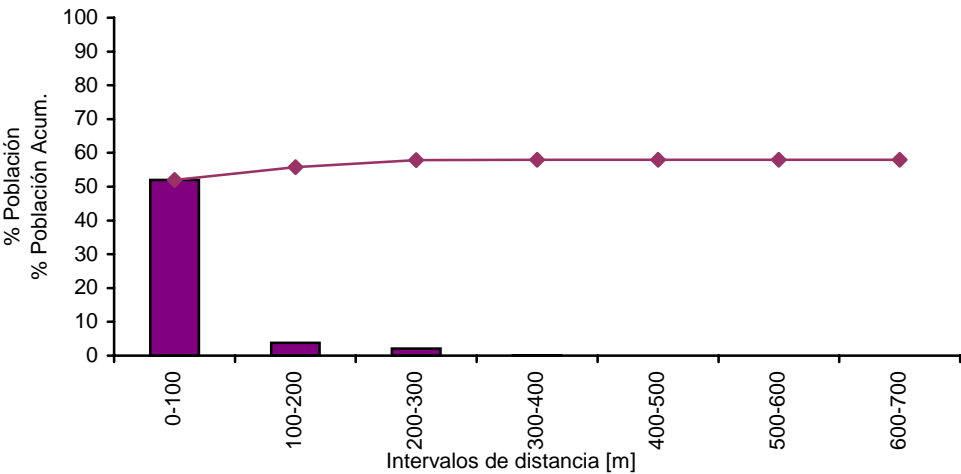


Gráfico 12.13: Histograma de distancias para el rechazo en el sector 5

Datos del histograma de la población del sector 5 para el rechazo						
Interv.	0-100 [m]	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
% Hab.	60,75	4,06	1,10	0,39	0,16	0,00
Pobl.	7.776	520	141	50	20	0
% Hab. Ac.	60,75	64,81	65,91	66,30	66,46	66,46
Pobl. Ac.	7.776	8.296	8.437	8.487	8.507	8.507

Tabla 12.24: Datos del histograma de la población del sector 5 para el rechazo

### 12.4.2. Baterías de papel y cartón

La segunda fracción más desarrollada, después del vidrio, en la recogida selectiva es la formada por el papel y el cartón. La incursión de la recogida separada en Sant Boi de Llobregat es progresiva, y el servicio ofrecido no puede compararse con los índices de calidad de la recogida de rechazo.

El reparto de los iglúes en los diferentes sectores se detalla en la Tabla 12.25, por lo tanto, el análisis de cada uno de los sectores para el papel y el cartón es viable.

#### 12.4.2.1. Baterías de papel y cartón en el sector 1

Los iglúes de color azul, para la recogida de papel y cartón, se distribuyen por la superficie del sector 1 de Sant Boi de Llobregat tal y como muestra el Gráfico 12..14:

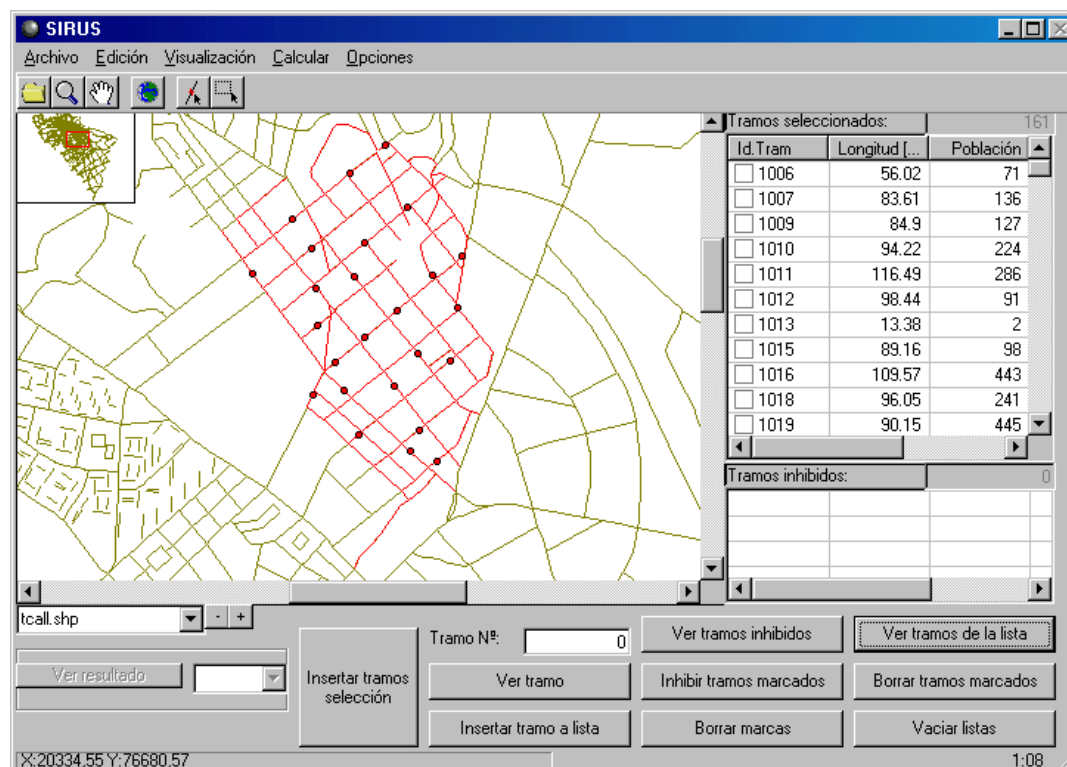


Gráfico 12.14: Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 1

Con el mismo esquema que para el rechazo, se exponen también, los resultados generales más destacados extraídos de la valoración de SIRUS sobre la distribución de los iglúes azules del sector 1 en la Tabla 12.25:

Resultados generales del papel y cartón en el sector 1	
Concepto	Valores
Número de baterías	25 baterías
Distancia media habitante – batería	72,09 metros
Distancia máxima habitante – batería	297,51 metros
Distancia media entre baterías	132,24 metros
Cobertura de tramos con población	10.768 metros

Tabla 12.25: Resultados generales del papel y cartón en el sector 1

Evidentemente, el número de baterías es menor que para el rechazo de cualquier sector, y además, cada una de las baterías contiene, únicamente, un contenedor de tipo iglú del color asignado a la fracción, en este caso, el azul correspondiente al papel y el cartón.

A pesar de la reducción en el número de baterías, la distancia máxima recorrida por un ciudadano residente en el sector 1 hasta su iglú azul más cercano es inferior a los recorridos marcados por la Junta de Residus (JR), mientras que para el rechazo no se cumplían estos valores.

Con el objetivo de hacer partícipe de la recogida selectiva a toda la población de Sant Boi, las baterías de papel y cartón se distribuyen homogéneamente sobre las calles de los 5 sectores.

Los otros datos que proporcionan información útil para valorar cualitativamente el servicio de recogida de la fracción correspondiente al papel y el cartón se recoge en la Tabla 12.26:

<b>Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 930	406,07 m. de 1.261-1
Habitante más perjudicado	tramo 893	297,51 m. de 936-1 y 936-1
Batería con más población asociada	batería 903-1	1.281 habitantes (7,07 %)
Batería con más cobertura	batería 903-1	1.021,00 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 1.012-1	224,06 m. de 965-1

Tabla 12.26: Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 1

Los dos resultados que reflejan un cambio más notable respecto las baterías de rechazo, son la asignación de población a las baterías y la cobertura de cada batería, ya que el crecimiento de estos valores viene condicionado por la disminución de puntos de recogida.

El Gráfico 12.15 y la Tabla 12.27 representan el histograma de la distancia recorrida por la población del sector 1 hasta su iglú azul más próximo, localizando el 75 % de la población a una distancia menor de 100 metros.

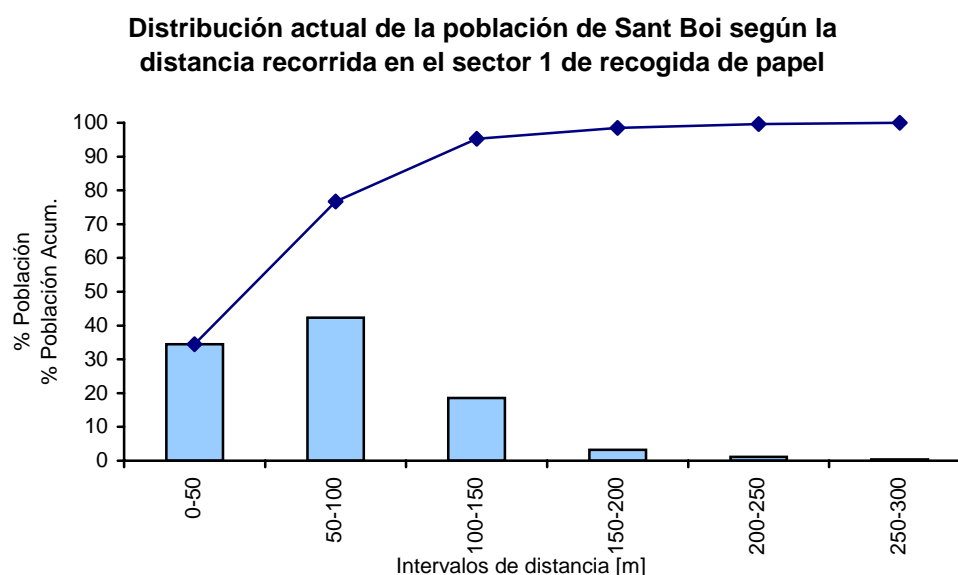


Gráfico 12.15: Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 1



Datos del histograma de la población del sector 1 para el papel y el cartón						
Interv.	0-50 [m]	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300
% Hab.	34,43	42,31	18,52	3,23	1,11	0,40
Pobl.	6.239	7.667	3.356	585	201	72
% Hab. Ac.	34,43	76,74	95,26	98,49	99,60	100,00
Pobl. Ac.	6.239	13.906	17.262	17.847	18.048	18.120

Tabla 12.27: Datos del histograma de la población del sector 1 para el papel y el cartón

12.4.2.2. Baterías de papel y cartón en el sector 2

La distribución de los iglúes azules sobre la superficie del sector 2 de Sant Boi de Llobregat se extrae de las aplicaciones de SIRUS en la pantalla del Gráfico 12.16:

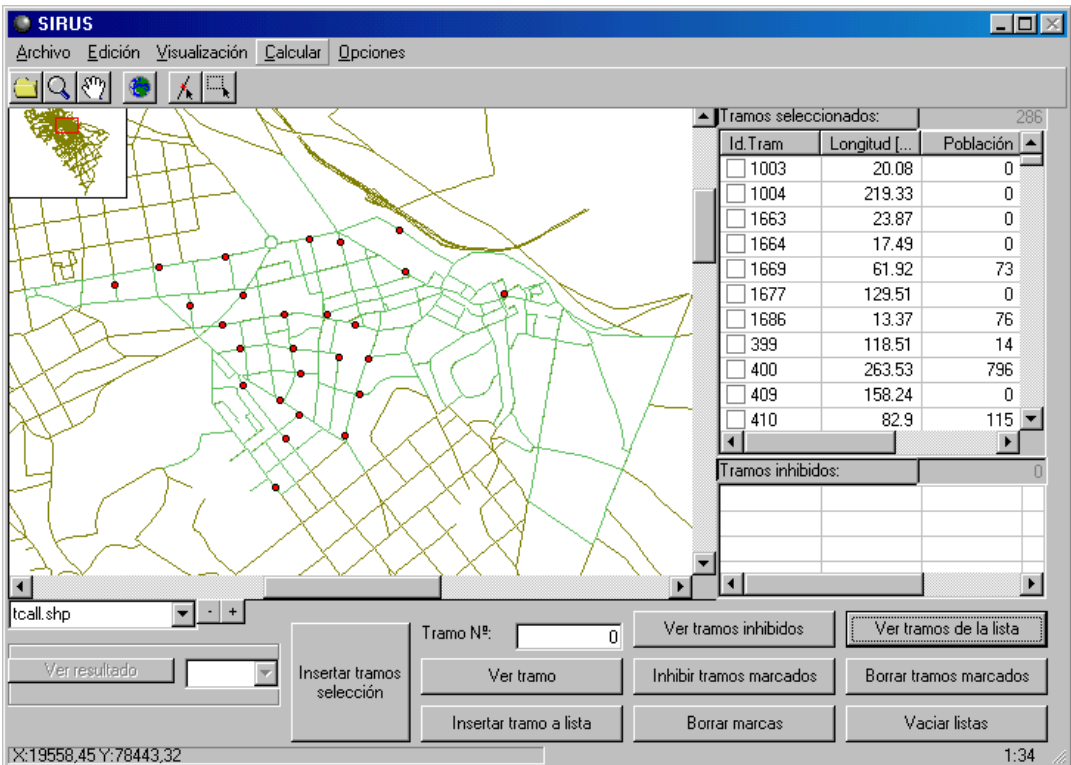


Gráfico 12.16: Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 2

El aumento de longitud de las calles del sector 2 respecto las del sector 1, unos 4 kilómetros, se compensa con una sola batería de papel más. Esta desproporción conlleva un aumento general de las distancias recorridas y de la dispersión de las baterías para cubrir a toda la población y dar la oportunidad de participar en la recogida selectiva de esta fracción.

Resultados generales del papel y cartón en el sector 2	
Concepto	Valores
Número de baterías	26 baterías
Distancia media habitante – batería	89,16 metros
Distancia máxima habitante – batería	528,62 metros
Distancia media entre baterías	140,16 metros
Cobertura de tramos con población	15.726 metros

Tabla 12.28: Resultados generales del papel y cartón en el sector 2

El reparto de las baterías de papel y cartón sobre los 5 sectores es independiente de la población y los tramos del sector, puesto que todos ellos disponen de un número muy parecido de iglúes.

A diferencia del sector 1, la distancia máxima recorrida por un usuario del sector 2 supera los límites de la Junta de Residus (JR).

La información más particular de este sector se resume en la Tabla 12.29:

<b>Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 2</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.111	755,97 m. de 535-1
Habitante más perjudicado	tramo 839	528,62 m. de 535-1 y 535-1
Batería con más población asociada	batería 463-1	1.328 habitantes (9,27 %)
Batería con más cobertura	batería 535-1	3.176,23 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 535-1	309,02 m. de 484-1

Tabla 12.29: Resultados particulares del papel y el cartón 3 en el sector 2

El 90 % de la población recorre una distancia inferior a los 200 metros hasta su batería de papel y cartón más próxima. La representación y los datos del histograma se muestran en el Gráfico 12.17 y la Tabla 12.30:

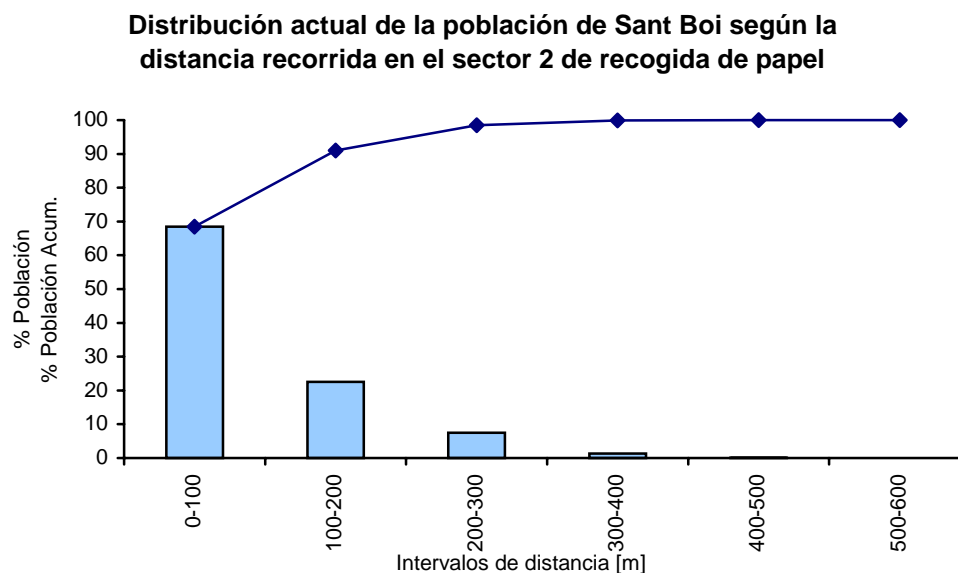


Gráfico 12.17: Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 2

<b>Datos del histograma de la población del sector 2 para el papel y el cartón</b>						
<i>Interv.</i>	<i>0-100 [m]</i>	<i>100-200</i>	<i>200-300</i>	<i>300-400</i>	<i>400-500</i>	<i>500-600</i>
% Hab.	68,50	22,51	7,52	1,35	0,10	0,01
Pobl.	9.810	3.224	1.077	194	14	2
% Hab. Ac.	68,50	91,01	98,53	99,89	99,99	100,00
Pobl. Ac.	9.810	13.034	14.111	14.305	14.319	14.321

Tabla 12.30: Datos del histograma de la población del sector 2 para el papel y el cartón

### 12.4.2.3. Baterías de papel y cartón en el sector 3

La disposición de las 27 baterías con contenedores de papel y cartón en el sector más poblado de Sant Boi de Llobregat se representa en el Gráfico 12.18:

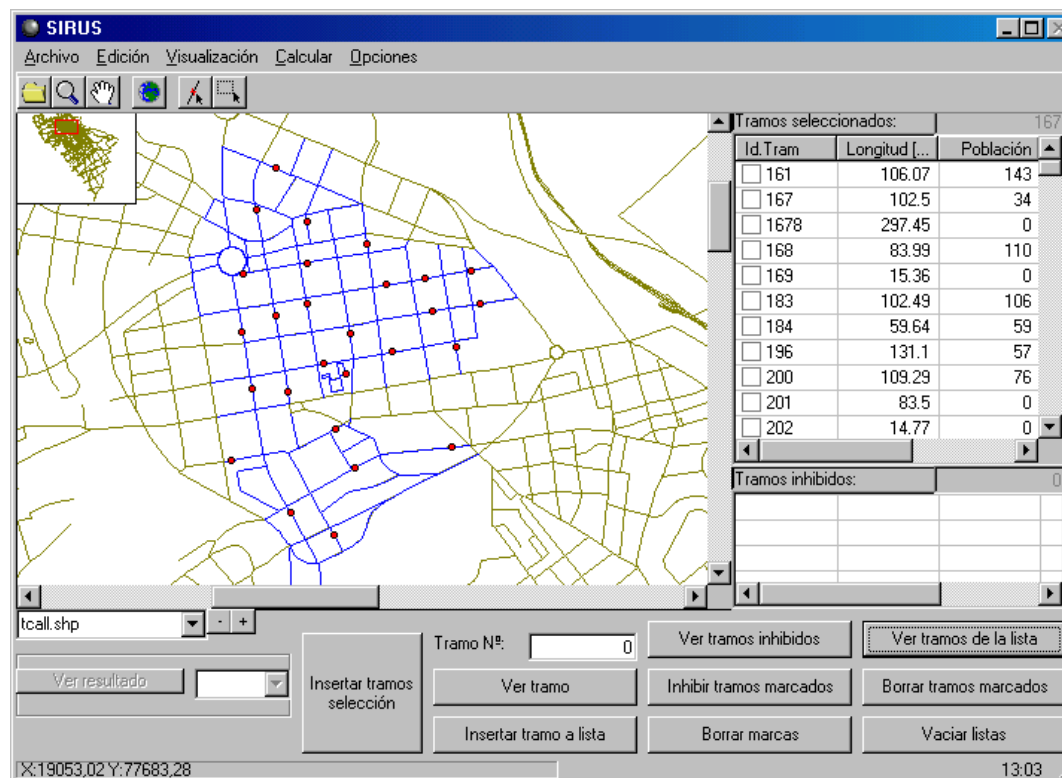


Gráfico 12.18: Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 3

En el Gráfico 12.18 se observa una mayor densidad de baterías para cubrir a un número superior de habitantes. A pesar de disponer de 2 baterías más que en el sector 1, el usuario más perjudicado debe recorrer una distancia que sobrepasa los 350 metros, lo que conlleva a una reducción de la calidad del servicio ofrecido.

La Tabla 12.31 indica la distancia real que debe recorrer este ciudadano perjudicado por la distribución actual de los iglúes azules. También se resume el resto de información general del sector 3:

Resultados generales del papel y cartón en el sector 3	
Concepto	Valores
Número de baterías	27 baterías
Distancia media habitante – batería	67,27 metros
Distancia máxima habitante – batería	371,66 metros
Distancia media entre baterías	151,47 metros
Cobertura de tramos con población	11.605 metros

Tabla 12.31: Resultados generales del papel y cartón en el sector 3

El alejamiento respecto al usuario más perjudicado no supone un distanciamiento del resto de la población, sino que paradójicamente, los valores medios que caracterizan la distribución de las baterías de papel y cartón del sector 3, se mantienen o reducen su valor respecto a los dos primeros sectores (sector 1 y 2).

La identificación de los valores extremos debe ayudar a mejorar y corregir la distribución actual de los iglúes azules.

<b>Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 361	371,66 m. de 694-1
Habitante más perjudicado	tramo 707	371,66 m. de 694-1 y 694-1
Batería con más población asociada	batería 540-1	1.111 habitantes (9,27 %)
Batería con más cobertura	batería 792-1	972,14 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 662-1	260,13 m. de 694-1

Tabla 12.32: Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 3

Nuevamente, el sector 3 presenta un cruce de calles que resta alejado de las baterías, localizando en él, algún ciudadano que resulta ser el más perjudicado.

Las baterías con máximos en las propiedades analizadas retoman la tendencia del sector 1, huyendo así, de los valores extremos presentes en el sector 2.

La representación y los datos del histograma se muestran en el Gráfico 12.19 y la Tabla 12.33, donde el 80 % de la población recorre una distancia inferior a los 100 metros hasta su contenedor de color azul más próximo.

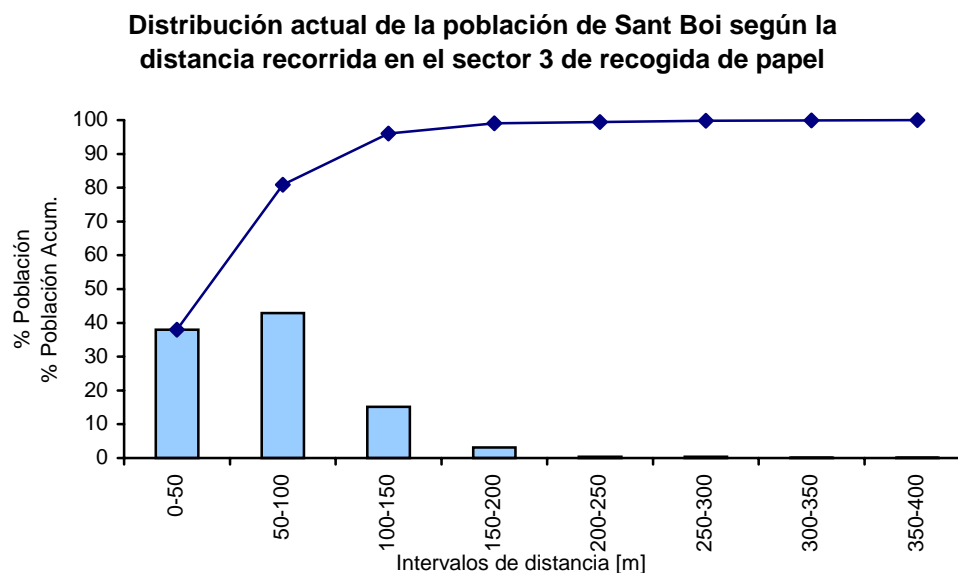


Gráfico 12.19: Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 3

<b>Datos del histograma de la población del sector 3 para el papel y el cartón</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-50 [m]</i>	<i>50-100</i>	<i>100-150</i>	<i>150-200</i>	<i>200-250</i>	<i>250-300</i>	<i>300-350</i>	<i>350-400</i>
% Hab.	38,01	42,87	15,12	3,09	0,34	0,37	0,14	0,06
Pobl.	7.321	8.257	2.912	596	65	72	27	12
% Hab. Ac.	38,01	80,87	95,99	99,09	99,42	99,80	99,94	100,00
Pobl. Ac.	7.321	15.578	18.490	19.086	19.151	19.223	19.250	19.262

Tabla 12.33: Datos del histograma de la población del sector 3 para el papel y el cartón

#### 12.4.2.4. Baterías de papel y cartón en el sector 4

Las aplicaciones de SIRUS representan la distribución de las baterías de papel y cartón del sector 4 en la pantalla del Gráfico 12.20:

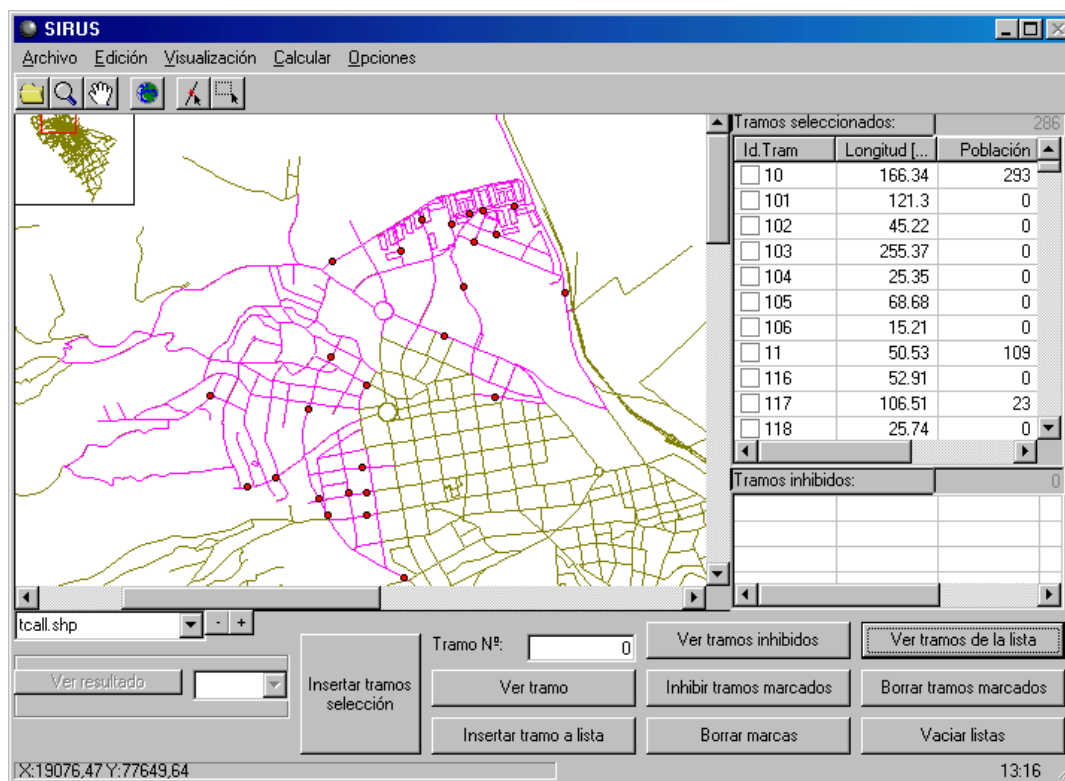


Gráfico 12.20: Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 4

Las deficiencias detectadas en las conexiones del entramado de calles del sector 4 se repiten en la disposición de las baterías de papel y cartón, es decir, el aislamiento de algunos tramos poblados repercute de forma directa sobre esta población, que debe recorrer una distancia infinita hasta su batería más cercana.

La Tabla 12.34 muestra esta información y el resto de información general referente a los iglúes azules del sector 4:

Resultados generales del papel y cartón en el sector 4	
Concepto	Valores
Número de baterías	26 baterías
Distancia media habitante – batería	∞ metros
Distancia máxima habitante – batería	∞ metros
Distancia media entre baterías	207,20 metros
Cobertura de tramos con población	20.531 metros

Tabla 12.34: Resultados generales del papel y cartón en el sector 4

Los resultados medios y máximos, referentes a las baterías de papel y cartón del sector 4, tienen en cuenta, únicamente, al 57,98 % de la población total del sector. El porcentaje es el mismo que para el caso del rechazo, y es que, el aislamiento es prácticamente, independiente de la fracción analizada, ya que, un ciudadano residente en un tramo aislado sólo deja de estarlo si dispone de una batería en la misma calle.

La información adicional referente al 57,98 % del total de la población del sector 4 se resume en la Tabla 12.35:

<b>Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 4</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.064	1.023,22 m. de 253-1
Habitante más perjudicado	tramo 4	798,49 m. de 119-1 y 119-1
Batería con más población asociada	batería 500-1	2.628 habitantes (17,26 %)
Batería con más cobertura	batería 253-1	3.266,54 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 253-1	461,98 m. de 469-1

Tabla 12.35: Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 4

A pesar de reducir el porcentaje de población considerablemente, los valores que caracterizan la distribución y las baterías son notablemente peores que los ofrecidos en los tres primeros sectores (sector 1-3).

Las baterías dispuestas en las zonas más rurales del sector 4 de Sant Boi de Llobregat deben cubrir largas distancias de calles con una densidad de población relativamente baja.

La representación y los datos del histograma se muestran en el Gráfico 12.21 y la Tabla 12.36, donde sólo el 50 % de la población recorre una distancia inferior a los 200 metros hasta su contenedor de color azul más próximo.

**Distribución actual de la población de Sant Boi según la distancia recorrida en el sector 4 de recogida de papel**

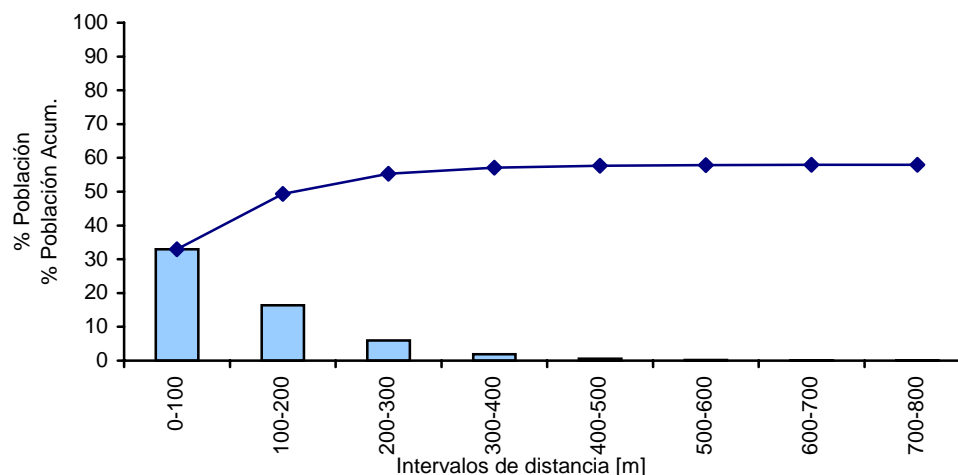


Gráfico 12.21: Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 4

<b>Datos del histograma de la población del sector 4 para el papel y el cartón</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-100 [m]</i>	<i>100-200</i>	<i>200-300</i>	<i>300-400</i>	<i>400-500</i>	<i>500-600</i>	<i>600-700</i>	<i>700-800</i>
% Hab.	32,93	16,42	5,94	1,85	0,53	0,15	0,09	0,07
Pobl.	5.013	2.500	905	281	81	23	13	11
% H. Ac.	32,93	49,35	55,29	57,14	57,67	57,82	57,91	57,98
P. Ac.	5.013	7.513	8.418	8.699	8.780	8.803	8.816	8.827

Tabla 12.36: Datos del histograma de la población del sector 4 para el papel y el cartón

12.4.2.5. Baterías de papel y cartón en el sector 5

El Gráfico 12.22 representa la distribución de las 25 baterías de rechazo del sector 5 de recogida de residuos municipales de Sant Boi de Llobregat.

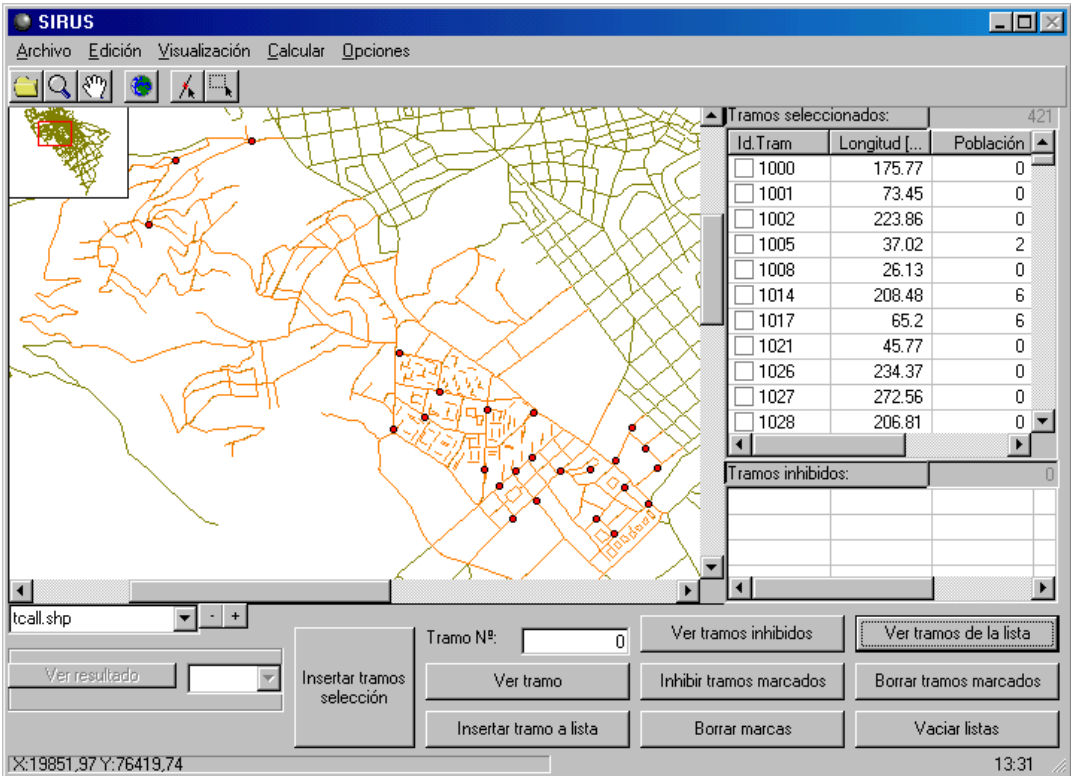


Gráfico 12.22: Pantalla con la distribución actual de las baterías de papel y cartón en el sector 5

Las dificultades en la conexión del entramado de las calles del sector 4 se repite en el sector 5 de manera más acentuada, y también se detecta un número importante de tramos poblados aislados.

La información general de la distribución de baterías de papel y cartón del sector 5 presenta unos valores dentro del rango descrito por el sector 4.

Resultados generales del papel y cartón en el sector 5	
Concepto	Valores
Número de baterías	25 baterías
Distancia media habitante – batería	∞ metros
Distancia máxima habitante – batería	∞ metros
Distancia media entre baterías	181,63 metros
Cobertura de tramos con población	21.728 metros

Tabla 12.37: Resultados generales del papel y cartón en el sector 5

La población aislada de las baterías de papel y cartón del sector 5 es la misma que para el caso del rechazo en el mismo sector, y superior a la considerada para ambas fracciones en el sector 4 de Sant Boi.

Así pues, la distribución de las baterías de iglúes azules y el entramado de las calles del sector 5 permiten cubrir al 66,46 % del total de la población, es decir, 8.507 ciudadanos.



La Tabla 12.38 recoge toda la información particular de la valoración de SIRUS sobre la distribución de las baterías de papel y cartón del sector 5, considerando este 66,46 % de la población, debido a las limitaciones antes detalladas.

<b>Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 5</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.155	1.559,83 m. de 1.082-1
Habitante más perjudicado	tramo 1.323	1.559,83 m. de 1.082-1 y 1.082-1
Batería con más población asociada	batería 1.446-1	1.243 habitantes (9,71 %)
Batería con más cobertura	batería 1.082-1	7.257,66 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 815-1	388,89 m. de 678-1

Tabla 12.38: Resultados particulares del papel y el cartón en el sector 5

La reducción de este tanto por ciento de población a considerar no mejora la calidad de la solución restante, y las baterías con más población y más cobertura presentan unos valores que empeoran la calidad del servicio ofrecido.

El Gráfico 12.23 y la Tabla 12.39 proporcionan la representación y los datos del histograma, donde casi el 60 % de la población recorre una distancia inferior a los 200 metros hasta su contenedor de color azul más próximo, pero el 8 % restante debe desplazarse un mínimo de 200 metros y un máximo de 1.600 metros.

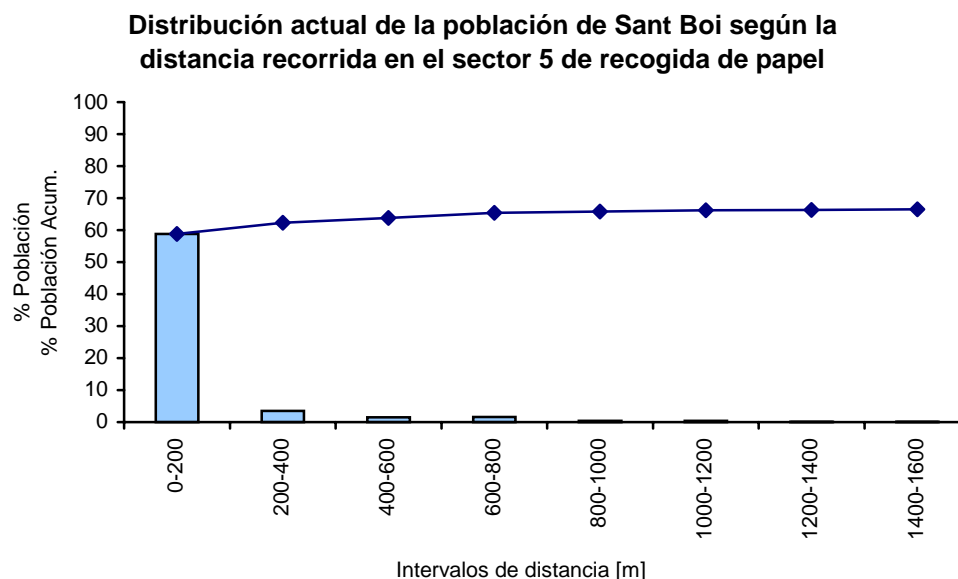


Gráfico 12.23: Histograma de distancias para el papel y el cartón en el sector 5

<b>Datos del histograma de la población del sector 5 para el papel y el cartón</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-200 [m]</i>	<i>200-400</i>	<i>400-600</i>	<i>600-800</i>	<i>800-1000</i>	<i>1000-1200</i>	<i>1200-1400</i>	<i>1400-1600</i>
% Hab.	58,80	3,46	1,55	1,59	0,45	0,38	0,12	0,11
Pobl.	7.527	443	198	203	58	49	15	14
% H. Ac.	58,80	62,26	63,81	65,39	65,85	66,23	66,35	66,46
P. Ac.	7.527	7.970	8.168	8.371	8.429	8.478	8.493	8.507

Tabla 12.39: Datos del histograma de la población del sector 5 para el papel y el cartón



### 12.4.3. Baterías de vidrio

La recogida selectiva de Sant Boi de Llobregat está desarrollada en diferente medida dependiendo de la fracción considerada. El vidrio, es el residuo municipal que dispone de un sistema de recogida más avanzado, es decir, el municipio dispone de más recursos (contenedores) y el grado de participación de la población es superior respecto a la separación del papel y los envases ligeros.

El reparto de los iglúes en los diferentes sectores se ha detallado en la Tabla 12.9, se pasa al análisis de su distribución en cada sector.

#### 12.4.3.1. Baterías de vidrio en el sector 1

Las baterías destinadas a la recogida del vidrio contienen un iglú de color verde, característico de esta fracción. Las baterías del sector 1 de Sant Boi de Llobregat se distribuyen tal y como se representa en el Gráfico 12.24:

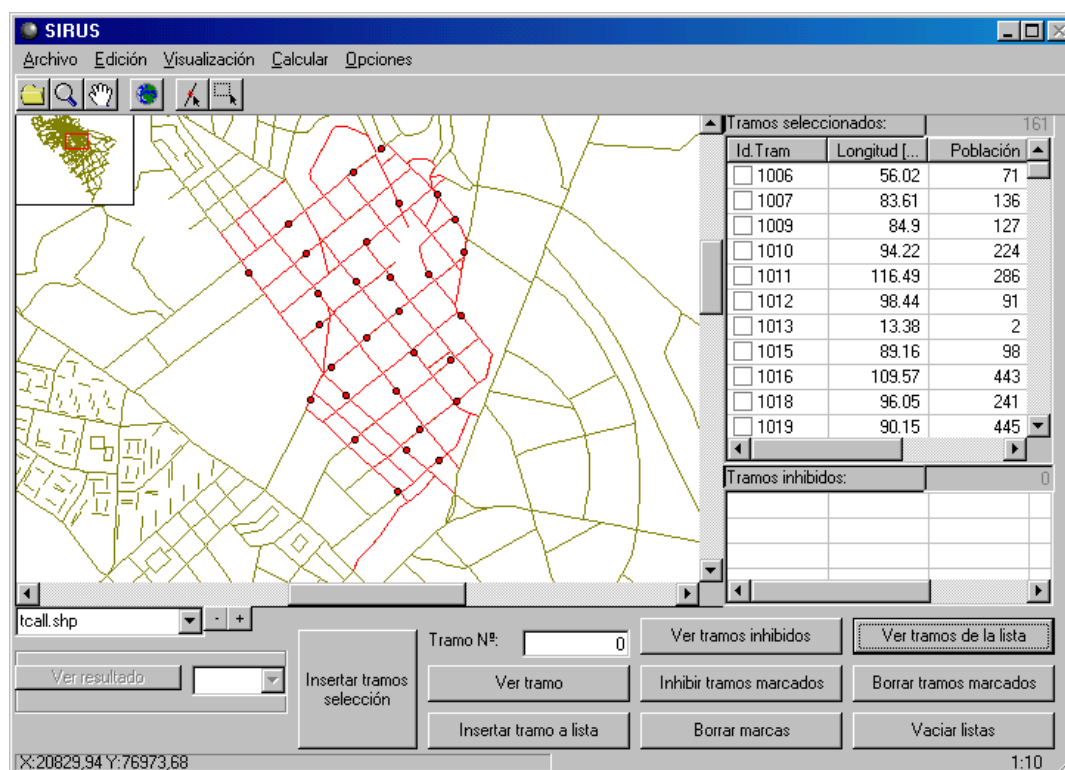


Gráfico 12.24: Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 1

La Tabla 12.40 resume los resultados generales de la valoración de las baterías de vidrio en el sector I:

Resultados generales del vidrio el sector 1	
Concepto	Valores
Número de baterías	30 baterías
Distancia media habitante – batería	61,51 metros
Distancia máxima habitante – batería	285,05 metros
Distancia media entre baterías	129,04 metros
Cobertura de tramos con población	10.718 metros

Tabla 12.40: Resultados generales del vidrio en el sector 1

Como análisis previo cabe decir que el número de baterías de vidrio vuelve a ser notablemente inferior al de las baterías de rechazo, pero ligeramente superior a las dispuestas para la recogida del papel y el cartón en cada uno de los 5 sectores.

Tal y como sucede con el papel y el cartón, y a pesar de la reducción en el número de baterías respecto al rechazo, la distancia máxima recorrida por los ciudadanos residentes en el sector 1 hasta su iglú verde más próximo es inferior a los desplazamientos máximos permitidos por la normativa de la Junta de Residus (JR).

La homogeneidad en el reparto de las baterías sobre la superficie de cada uno de los sectores, se repite en la fracción correspondiente al vidrio, consiguiendo unos índices de colaboración más homogéneos en todo el municipio.

Los otros datos que proporcionan información útil para valorar cualitativamente el servicio de recogida de la fracción correspondiente al vidrio se recogen en la Tabla 12.41:

<b>Resultados particulares del vidrio en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 930	419,29 m. de 1.261-1
Habitante más perjudicado	tramo 893	285,05 m. de 936-1 y 936-1
Batería con más población asociada	batería 998-1	953 habitantes (5,26 %)
Batería con más cobertura	batería 936-1	580,66 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 1.012-1	204,06 m. de 936-1

Tabla 12.41: Resultados particulares del vidrio en el sector 1

La tendencia detectada en las baterías de papel respecto las de rechazo se mantiene para los iglúes verdes, con distancias medias y máximas superiores, así como, el incremento de los valores referentes a la población y la cobertura asignada a cada batería.

Prácticamente el 90 % de la población recorre distancias inferiores a los 100 metros, tal y como muestra el Gráfico 12.25 y la Tabla 12.42.

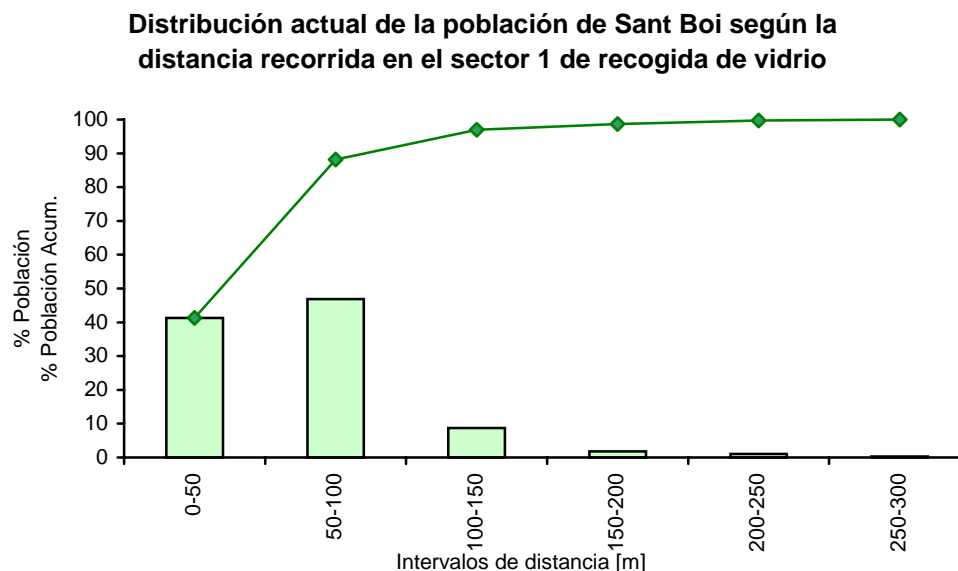


Gráfico 12.25: Histograma de distancias para el vidrio en el sector 1

<b>Datos del histograma de la población del sector 1 para el vidrio</b>						
<i>Interv.</i>	<i>0-50 [m]</i>	<i>50-100</i>	<i>100-150</i>	<i>150-200</i>	<i>200-250</i>	<i>250-300</i>
% Hab.	41,31	46,90	8,74	1,77	1,00	0,29
Pobl.	7.485	8.498	1.583	320	181	53
% Hab. Ac.	41,31	88,21	96,94	98,71	99,71	100,00
Pobl. Ac.	7.485	15.983	17.566	17.886	18.067	18.120

Tabla 12.42: Datos del histograma de la población del sector 1 para el vidrio

### 12.4.3.2. Baterías de vidrio en el sector 2

La aplicación de SIRUS para valorar las distribuciones de baterías extrae la disposición del Gráfico 12.26 para el caso de los iglúes verdes del sector 2:

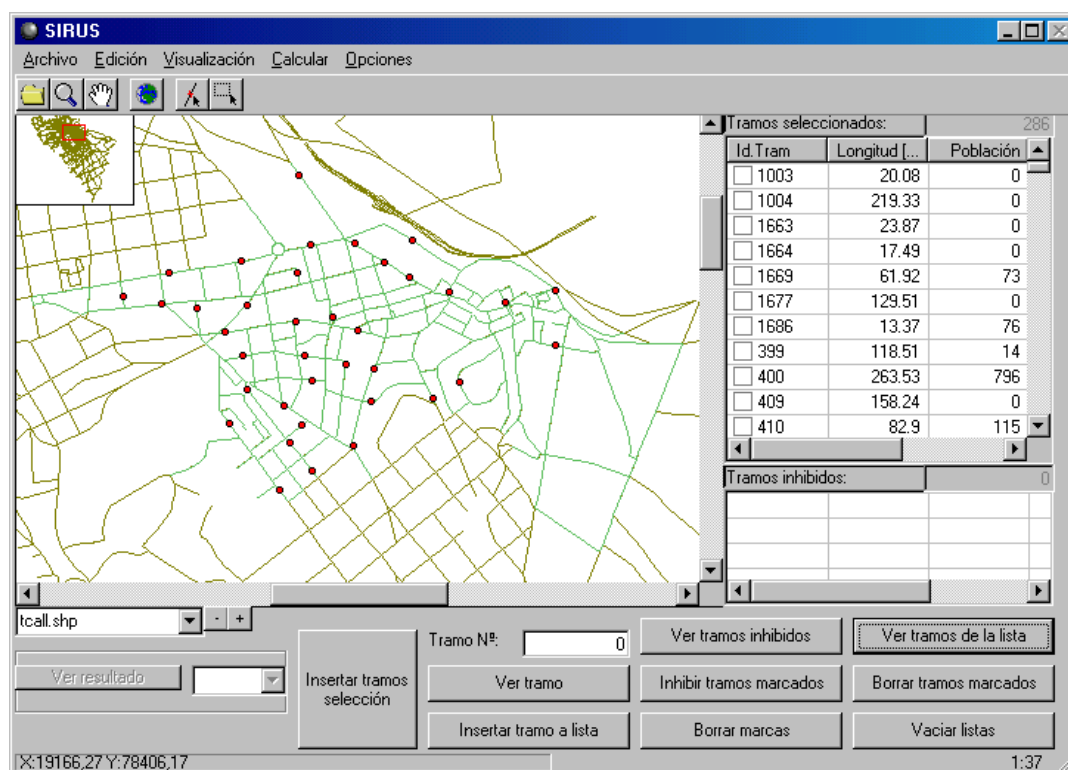


Gráfico 12.26: Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 2

Con el mismo esquema utilizado para el rechazo y el papel, se exponen, los resultados generales, más destacados, extraídos de la valoración de la distribución de los iglúes verdes del sector 2 en la Tabla 12.43:

<b>Resultados generales del vidrio el sector 2</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	37 baterías
Distancia media habitante – batería	68,22 metros
Distancia máxima habitante – batería	389,06 metros
Distancia media entre baterías	144,96 metros
Cobertura de tramos con población	15.741 metros

Tabla 12.43: Resultados generales del vidrio en el sector 2

En el sector 2 se repite la tendencia de los resultados obtenidos para las dos primeras fracciones, el rechazo y el papel, donde las distancias medias se mantienen respecto a las de los sectores 1 y 3, mientras que los recorridos máximos presentan unos valores notablemente superiores.

La distancia media recorrida por los habitantes de Sant Boi de Llobregat residentes en el sector 2 hasta su iglú verde más cercano se reduce en 4 metros respecto el sector 1. Por el contrario, el usuario más perjudicado debe recorrer 100 metros más en el sector 2 que en el primero, superando así, el límite de la Junta de Residus (JR).

Los otros datos que proporcionan información útil para valorar cualitativamente el servicio de recogida de la fracción correspondiente al vidrio en el sector 2 de Sant Boi de Llobregat se resumen en la Tabla 12.44:

<b>Resultados particulares del vidrio en el sector 2</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 554	710,99 m. de 675-1
Habitante más perjudicado	tramo 836	389,06 m. de 675-1 y 675-1
Batería con más población asociada	batería 558-1	1.014 habitantes (7,08 %)
Batería con más cobertura	batería 675-1	1.202,88 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 753-1	335,67 m. de 552-1

Tabla 12.44: Resultados particulares del vidrio en el sector 2

A diferencia de la distancia recorrida por el usuario más perjudicado del sector 2, los otros valores máximos se mantienen en los rangos que presentan los iglúes azules de los tres primeros sectores (sectores 1-3) y del primero con iglúes verdes.

El Gráfico 12.27 y la Tabla 12.45 representan el histograma de la distancia recorrida por la población del sector 2 hasta su iglú verde más próximo, localizando el 82 % de la población a una distancia menor de 100 metros.

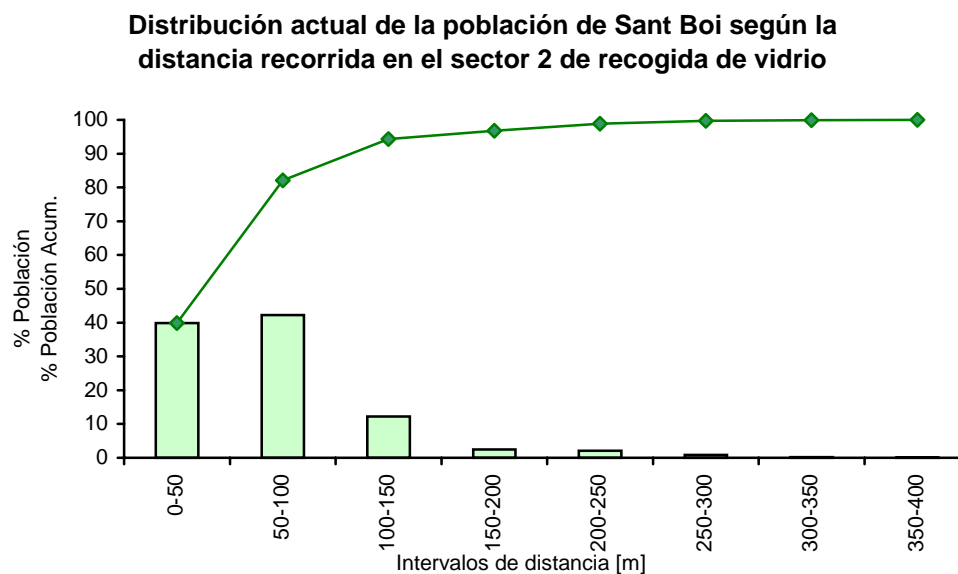


Gráfico 12.27: Histograma de distancias para el vidrio en el sector 2

Datos del histograma de la población del sector 2 para el vidrio								
Interv.	0-50 [m]	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400
% Hab.	39,91	42,20	12,21	2,46	2,06	0,84	0,20	0,12
Pobl.	5.715	6.044	1.748	353	295	120	29	17
% Hab. Ac.	39,91	82,11	94,32	96,78	98,84	99,68	99,88	100,00
Pobl. Ac.	5.715	11.759	13.507	13.860	14.155	14.275	14.304	14.321

Tabla 12.45: Datos del histograma de la población del sector 2 para el vidrio

### 12.4.3.3. Baterías de vidrio en el sector 3

Los iglúes de color verde, para la recogida de vidrio, se distribuyen por la superficie del sector 3 de Sant Boi de Llobregat tal y como muestra el Gráfico 12.28:

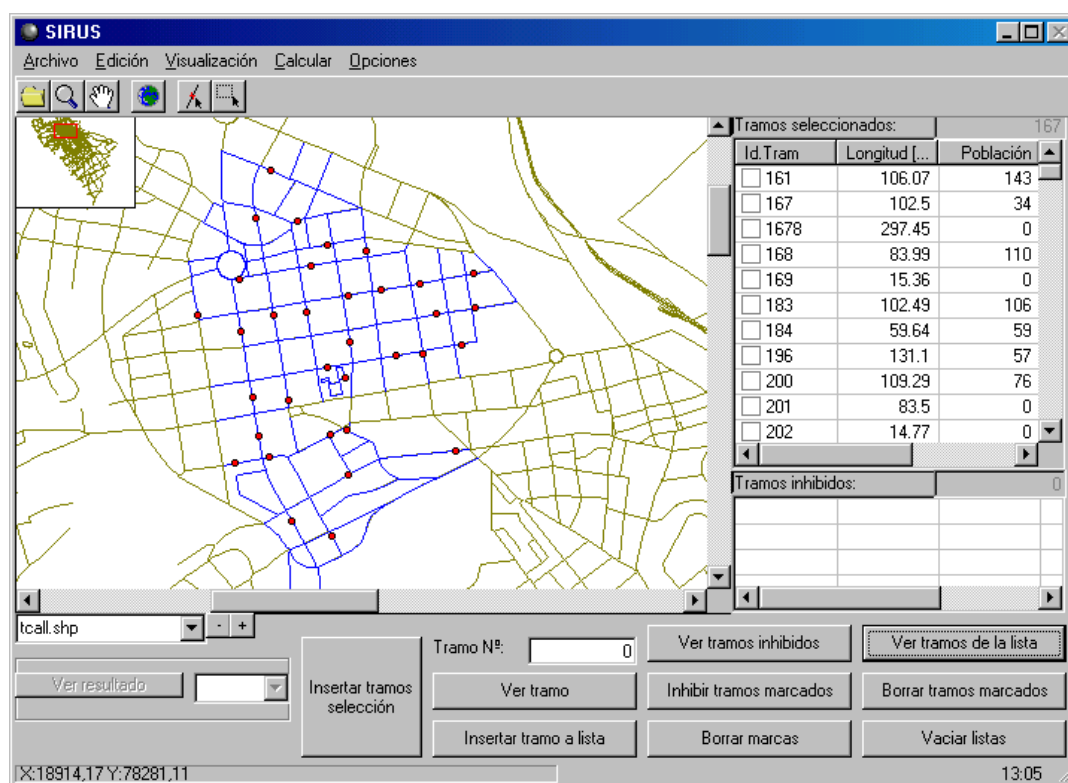


Gráfico 12.28: Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 3

La valoración de las baterías, con contenedores tipo iglú de color verde, se resume en la Tabla 12.46, exponiendo los resultados generales más destacados.

Resultados generales del vidrio el sector 3	
Concepto	Valores
Número de baterías	34 baterías
Distancia media habitante – batería	58,93 metros
Distancia máxima habitante – batería	387,64 metros
Distancia media entre baterías	121,33 metros
Cobertura de tramos con población	11.660 metros

Tabla 12.46: Resultados generales del vidrio en el sector 3

Nuevamente, la tendencia iniciada en el sector 2 se prolonga en este tercer sector. A pesar de disponer de más baterías que en el sector 1 y ofrecer unos recorridos medios menores, se localiza un grupo de habitantes especialmente perjudicado, con recorridos que superan en 100 metros el máximo permitido.

Respecto a la recogida del papel y el cartón, la recogida de vidrio dispone de más iglúes en cada sector, del orden de 6 ó 7 unidades más, pero la calidad del servicio ofrecido a los ciudadanos es muy parecido.

Los otros datos que proporcionan información útil para valorar de forma cualitativa y cuantitativa el servicio de recogida de la fracción correspondiente al vidrio en el sector 3, se recogen en la Tabla 12.47:

<b>Resultados particulares del vidrio en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 361	387,64 m. de 722-1
Habitante más perjudicado	tramo 707	387,64 m. de 722-1 y 722-1
Batería con más población asociada	batería 340-1	1.083 habitantes (5,62 %)
Batería con más cobertura	batería 792-1	987,88 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 662-1	289,31 m. de 722-1

Tabla 12.47: Resultados particulares del vidrio en el sector 3

El grupo de habitantes más perjudicado del sector 3 por la distribución actual de las baterías se localiza siempre en la misma zona, tramo y cruce de calles, independientemente de la fracción evaluada, rechazo, papel y cartón o vidrio.

Mientras que casi el 87 % del total de la población del sector 3 recorre una distancia inferior a los 100 metros hasta su iglú verde más cercano, sólo un 1 % se desplaza distancias superiores a los 150 metros. El Gráfico 12.29 y la Tabla 12.48 representan el histograma de la distancia recorrida por la población del sector 3.

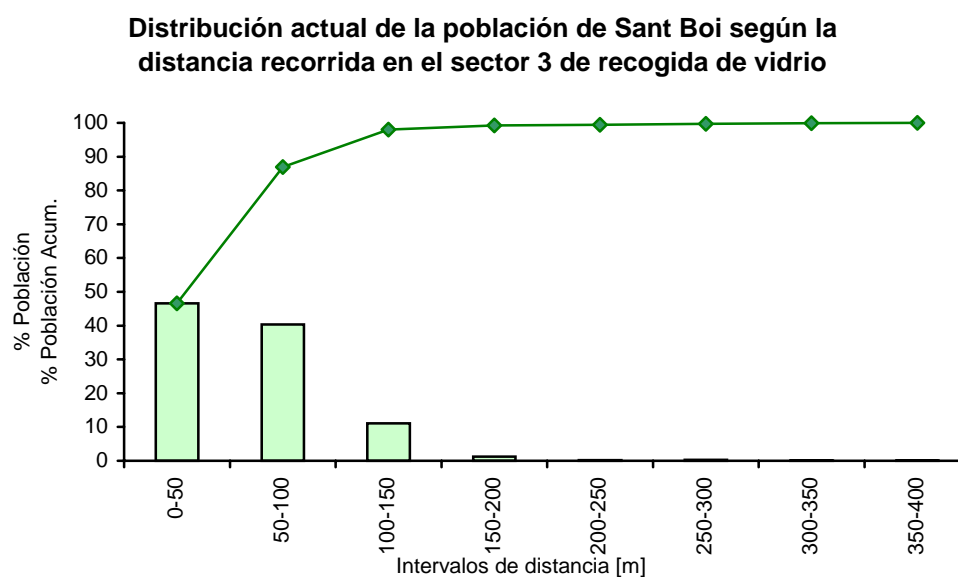


Gráfico 12.29: Histograma de distancias para el vidrio en el sector 3

Datos del histograma de la población del sector 3 para el vidrio								
Interv.	0-50 [m]	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400
% Hab.	46,57	40,34	11,06	1,27	0,21	0,30	0,14	0,10
Pobl.	8.971	7.771	2.130	245	40	58	27	20
% Hab. Ac.	46,57	86,92	97,98	99,25	99,45	99,76	99,90	100,00
Pobl. Ac.	8.971	16.742	18.872	19.117	19.157	19.215	19.242	19.262

Tabla 12.48: Datos del histograma de la población del sector 3 para el vidrio

#### 12.4.3.4. Baterías de vidrio en el sector 4

El sector 4 de recogida de residuos municipales de Sant Boi de Llobregat dispone sus iglúes de vidrio tal y como se observa en la pantalla de SIRUS del Gráfico 12.30:

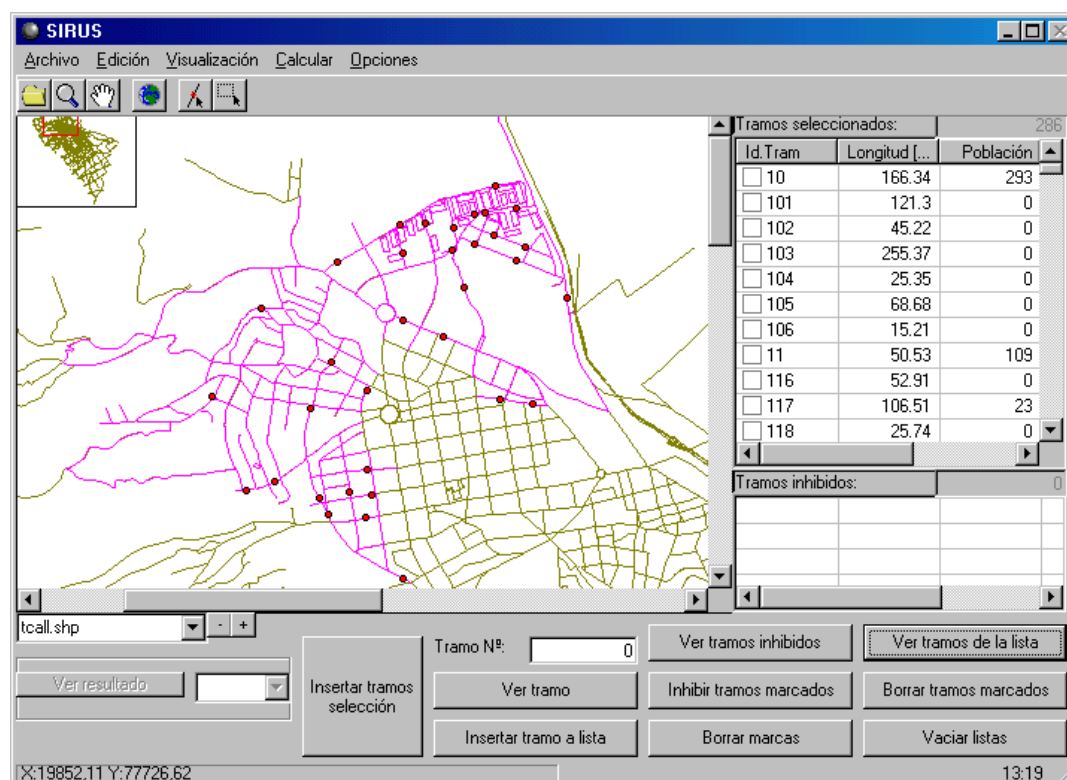


Gráfico 12.30: Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 4

Los datos del sector 4 vuelven a reflejan el aislamiento de un porcentaje importante de la población asociada.

Resultados generales del vidrio el sector 4	
Concepto	Valores
Número de baterías	34 baterías
Distancia media habitante – batería	∞ metros
Distancia máxima habitante – batería	∞ metros
Distancia media entre baterías	168,45 metros
Cobertura de tramos con población	21.195 metros

Tabla 12.49: Resultados generales del vidrio en el sector 4



Los resultados particulares sólo contemplan la población conectada, es decir, los habitantes que no están aislados del resto por la inconexión de sus calles con el entramado del sector 4:

<b>Resultados particulares del vidrio en el sector 4</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.064	1.016,17 m. de 253-1
Habitante más perjudicado	tramo 457	780,46 m. de 469-1 y 253-1
Batería con más población asociada	batería 500-1	2.589 habitantes (17,08 %)
Batería con más cobertura	batería 253-1	2.827,16 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 253-1	448,50 m. de 469-1

Tabla 12.50: Resultados particulares del vidrio en el sector 4

En las dos distribuciones referidas a las dos primeras fracciones, el rechazo y el papel, se detectan unos valores máximos para la batería con más población y más cobertura que superan radicalmente los resultados de los tres primeros sectores (sectores 1-3).

En el caso de las baterías para la recogida de vidrio, la población aislada del sector 4 es la misma, el 42,02 % de los habitantes están desconectados del entramado de calles principal.

El Gráfico 12.31 y la Tabla 12.51 representan el histograma de la distancia recorrida por la población del sector 4 hasta su iglú verde más cercano, localizando el 52 % de la población a una distancia menor de 200 metros.

**Distribución actual de la población de Sant Boi según la distancia recorrida en el sector 4 de recogida de vidrio**

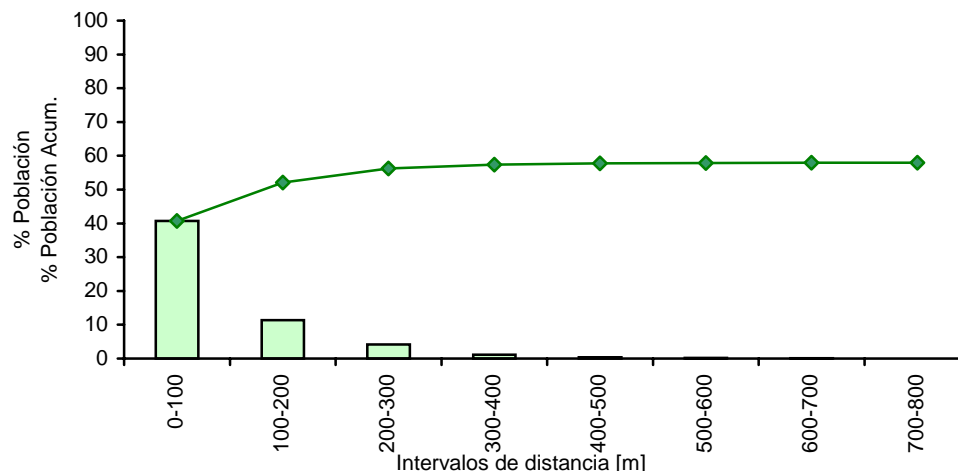


Gráfico 12.31: Histograma de distancias para el vidrio en el sector 4

<b>Datos del histograma de la población del sector 4 para el vidrio</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-100 [m]</i>	<i>100-200</i>	<i>200-300</i>	<i>300-400</i>	<i>400-500</i>	<i>500-600</i>	<i>600-700</i>	<i>700-800</i>
% Hab.	40,71	11,39	4,16	1,14	0,34	0,15	0,06	0,02
Pobl.	6.198	1.734	634	174	52	23	9	3
% H. Ac.	40,71	52,10	56,27	57,41	57,75	57,90	57,96	57,98
P. Ac.	6.198	7.932	8.566	8.740	8.792	8.815	8.824	8.827

Tabla 12.51: Datos del histograma de la población del sector 4 para el vidrio



#### 12.4.3.5. Baterías de vidrio en el sector 5

La distribución de las baterías de vidrio para el último de los 5 sectores de recogida de residuos municipales de Sant Boi de Llobregat se extrae de la siguiente pantalla (Gráfico 12.32) de las aplicaciones de SIRUS.

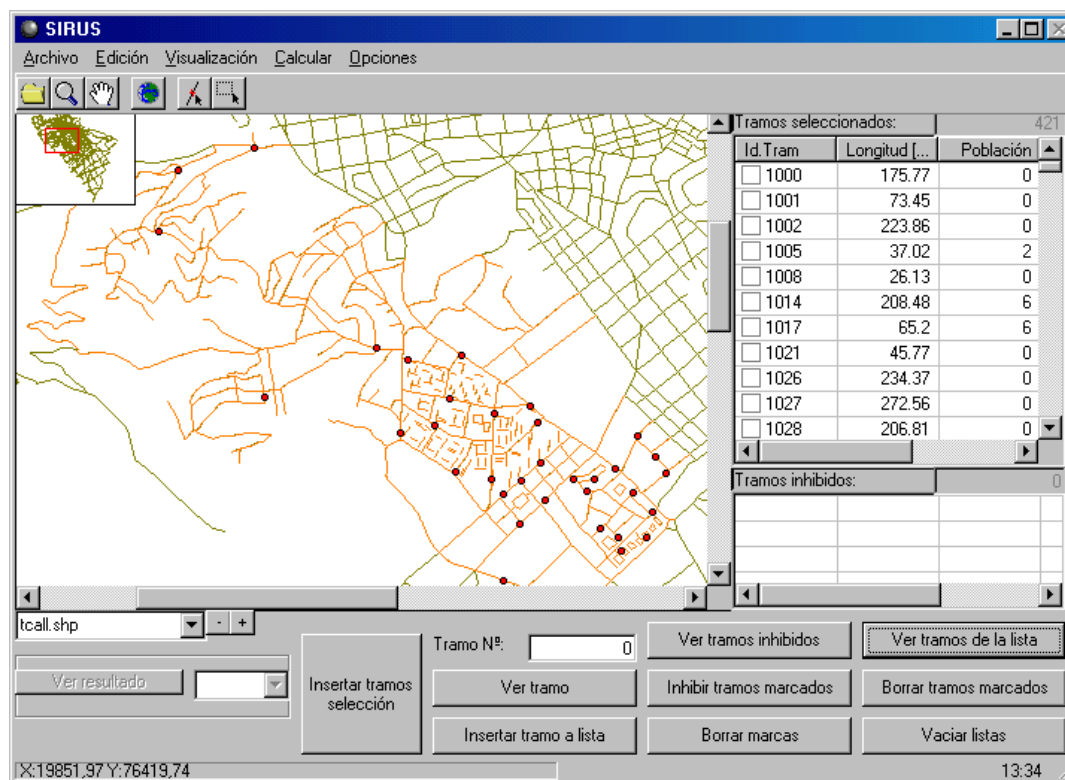


Gráfico 12.32: Pantalla con la distribución actual de las baterías de vidrio en el sector 5

Las tres fracciones analizadas hasta el momento en el sector 5, disponen sus baterías de forma homogénea, dispersa y distribuyéndolas de forma concentrada en la zona más poblada del sector.

La Tabla 12.52 sintetiza toda la información general de las baterías con iglúes de color verde diseminados por toda la superficie del sector 5.

Resultados generales del vidrio el sector 5	
Concepto	Valores
Número de baterías	34 baterías
Distancia media habitante – batería	∞ metros
Distancia máxima habitante – batería	∞ metros
Distancia media entre baterías	132,24 metros
Cobertura de tramos con población	10.768 metros

Tabla 12.52: Resultados generales del vidrio en el sector 5

Las distancias infinitas no reflejan la realidad de la recogida, pues los ciudadanos son capaces de alcanzar las baterías, pero las aplicaciones de SIRUS requieren unos datos de entrada, la base de datos del Ajuntament de Sant Boi, y en el entramado de calles del sector 5, estos ciudadanos están realmente aislados. Aunque para el sector 5, la población desconectada es menor, el 33,54 % sigue teniendo un peso muy importante.

Los otros datos que proporcionan información útil para valorar cualitativamente el servicio de recogida de la fracción correspondiente al vidrio, para la población no aislada del sector 5, se recoge en la Tabla 12.53:

<b>Resultados particulares del vidrio en el sector 5</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.135	1.053,87 m. de 1.183-1
Habitante más perjudicado	tramo 1.323	869,37 m. de 1.183-1 y 1.183-1
Batería con más población asociada	batería 1.446-1	1.225 habitantes (9,57 %)
Batería con más cobertura	batería 878-1	3.700,94 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 1.183-1	540,37 m. de 1.058-1

Tabla 12.53: Resultados particulares del vidrio en el sector 5

Las características de las calles del sector 5, menos urbanizadas y más rurales que el resto del municipio, conlleva mayores distancias y coberturas, puesto que con el mismo número de baterías se debe cubrir el doble de longitud de tramos.

El sector 5 obliga a recorrer una distancia media inferior a los 150 metros al 58 % de la población total. El Gráfico 12.33 y la Tabla 12.54 representan el histograma de la distancia recorrida por la población del sector 5 hasta su iglú verde más próximo.

**Distribución actual de la población de Sant Boi según la distancia recorrida en el sector 1 de recogida de vidrio**

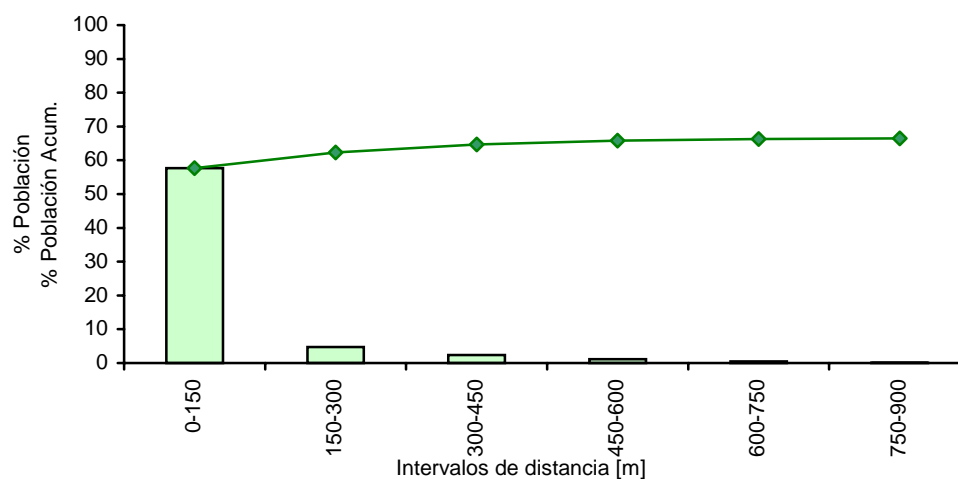


Gráfico 12.33: Histograma de distancias para el vidrio en el sector 5

<b>Datos del histograma de la población del sector 5 para el vidrio</b>						
<i>Interv.</i>	<i>0-150 [m]</i>	<i>150-300</i>	<i>300-450</i>	<i>450-600</i>	<i>600-750</i>	<i>750-900</i>
% Hab.	57,64	4,69	2,37	1,14	0,46	0,14
Pobl.	7.379	601	304	146	59	18
% Hab. Ac.	57,64	62,34	64,71	65,85	66,32	66,46
Pobl. Ac.	7.379	7.980	8.284	8.430	8.489	8.507

Tabla 12.54: Datos del histograma de la población del sector 5 para el vidrio

#### 12.4.4. Baterías de envases ligeros

La última incorporación al proceso de separación de los residuos municipales en Sant Boi de Llobregat es la fracción que engloba los envases ligeros, es decir, los plásticos, metales y tetra-bricks. Las baterías para la recogida de papel, cartón y vidrio pertenecen a una primera fase de la implantación de la recogida selectiva, que continua con los envases ligeros y finalizará con la materia orgánica.

El reparto de los iglúes en los diferentes sectores se ha detallado en la Tabla 12.9, por lo tanto, el análisis de cada uno de los sectores para los envases es viable.

##### 12.4.4.1 Baterías de envases en el sector 1

Las baterías destinadas a la recogida de los envases contienen un iglú de color amarillo, característico de esta fracción. Las baterías del sector 1 de Sant Boi de Llobregat se distribuyen tal y como se representa en el Gráfico 12.34:

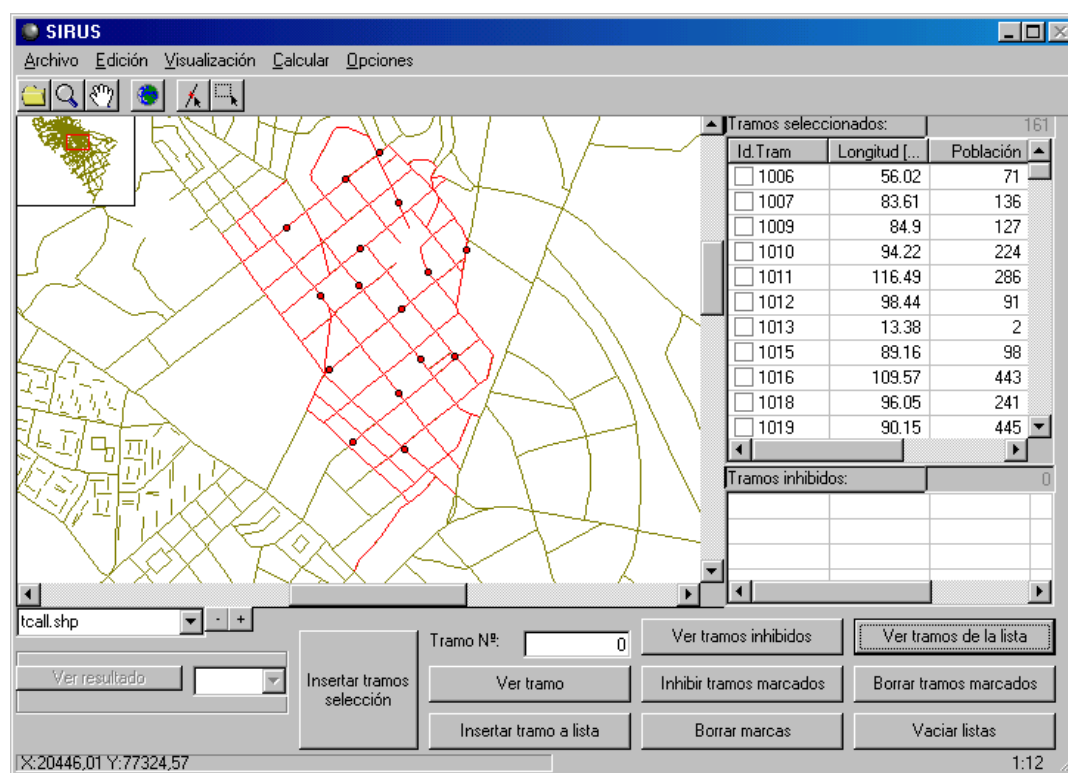


Gráfico12.34: Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 1

La Tabla 12.55 resume los resultados generales de la valoración de las baterías de vidrio en el sector I:

Resultados generales de los envases el sector 1	
Concepto	Valores
Número de baterías	16 baterías
Distancia media habitante – batería	88,21 metros
Distancia máxima habitante – batería	274,66 metros
Distancia media entre baterías	165,19 metros
Cobertura de tramos con población	10.708 metros

Tabla 12.55: Resultados generales de los envases en el sector 1

En el mismo sector 1, con 14 baterías menos que para el vidrio y 9 menos que para la recogida de papel y cartón, la disposición de los 16 iglúes amarillos ofrece una distribución con un usuario más perjudicado, que debe recorrer menos distancia que en las otras dos fracciones. Es decir, con menos baterías se ofrece mejor servicio.

Por el contrario, la distancia media recorrida por la población residente en el sector 1 es superior en la colaboración para la recogida selectiva de los envases ligeros, que para las dos primeras fracciones selectivas.

El reparto se homogeneiza más que para el caso del papel y el vidrio, puesto que Sant Boi de Llobregat pretende ofrecer la oportunidad de colaborar en la separación de los residuos a todos sus 79.860 habitantes.

Los otros datos que proporcionan información útil para valorar cualitativamente el servicio de recogida de la fracción correspondiente a los envases se recogen en la Tabla 12.56:

<b>Resultados particulares de los envases en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 930	469,00 m. de 1.262-1
Habitante más perjudicado	tramo 893	274,66 m. de 936-1 y 936-1
Batería con más población asociada	batería 1.262-1	1.960 habitantes (10,82 %)
Batería con más cobertura	batería 1.262-1	1.056,17 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 1.094-1	247,88 m. de 1.020-1

Tabla 12.56: Resultados particulares de los envases en el sector 1

Las grandes distancias que separan dos baterías vecinas se traducen en un aumento de la población asociada a ellas y de la cobertura de las mismas. Este hecho se constata en la batería de envases del sector 1 que engloba a más población y cobertura a la vez.

Prácticamente el 62 % de la población recorre distancias inferiores a los 100 metros, tal y como muestra el Gráfico 12.35 y la Tabla 12.57.

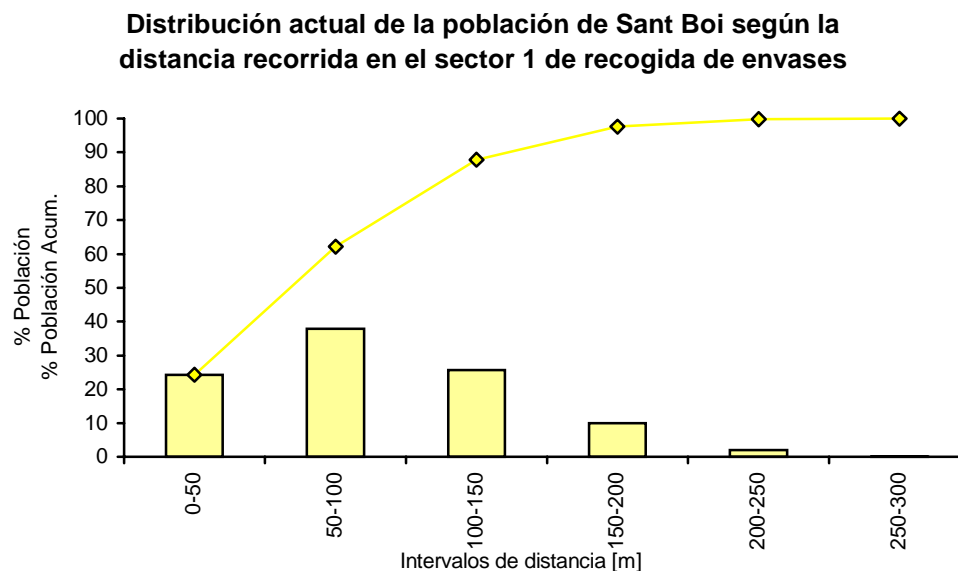


Gráfico 12.35: Histograma de distancias para los envases en el sector 1

Datos del histograma de la población del sector 1 para los envases						
Interv.	0-50 [m]	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300
% Hab.	24,30	37,87	25,65	9,89	2,06	0,23
Pobl.	4.403	6.862	4.648	1.792	373	42
% Hab. Ac.	24,30	62,17	87,82	97,71	99,77	100,00
Pobl. Ac.	4.403	11.265	15.913	17.705	18.078	18.120

Tabla 12.57: Datos del histograma de la población del sector 1 para los envases

#### 12.4.4.2. Baterías de envases en el sector 2

El sector 2 del municipio de Sant Boi de Llobregat dispone de un total de 19 baterías para recoger los envases ligeros que son separados del rechazo. La distribución de los 19 iglús amarillos se representa en el Gráfico 12.36:

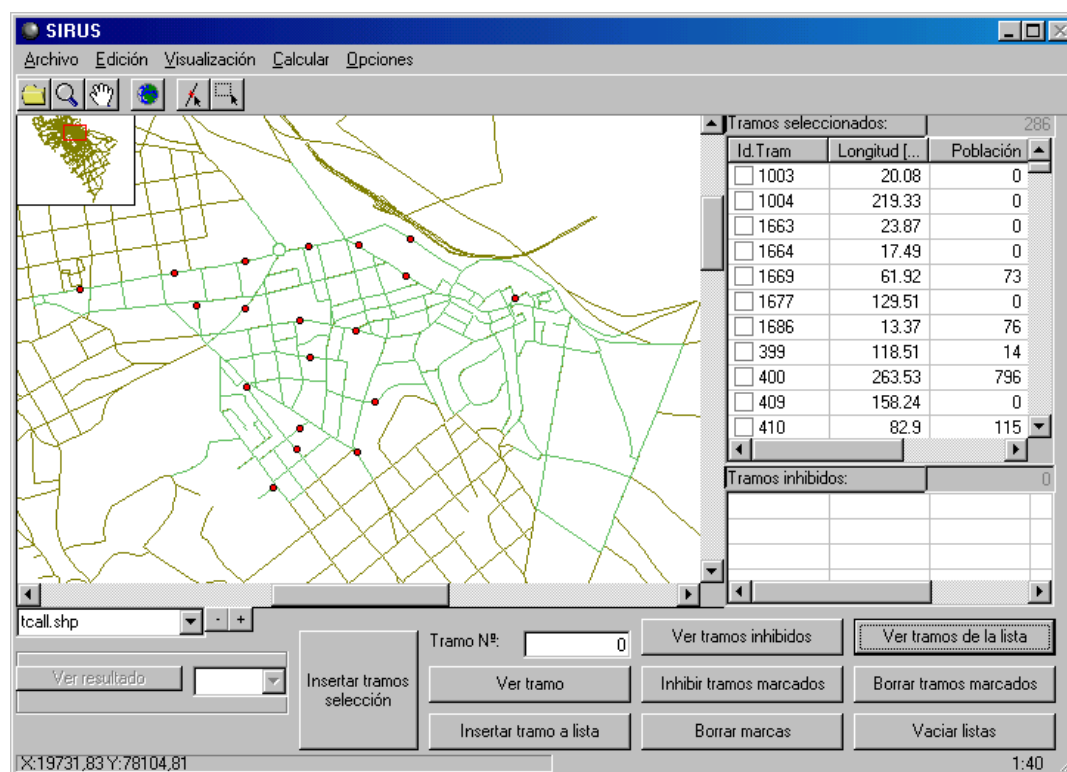


Gráfico 12.36: Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 2

Los resultados generales de la valoración efectuada sobre las baterías de envases del sector 2 se resumen en la Tabla 12.58.

Resultados generales de los envases el sector 2	
Concepto	Valores
Número de baterías	19 baterías
Distancia media habitante – batería	102,47 metros
Distancia máxima habitante – batería	537,10 metros
Distancia media entre baterías	181,94 metros
Cobertura de tramos con población	15.808 metros

Tabla 12.58: Resultados generales de los envases en el sector 2

A excepción del sector 1, los otros 4 restantes presentan usuarios que deben recorrer distancias superiores a las propuestas por el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) para las fracciones selectivas.

Una vez más, los valores medios que caracterizan la calidad del servicio recibido por los habitantes de Sant Boi de Llobregat, se mantiene dentro de los rangos permitidos, aunque la distribución actual de las baterías perjudica de forma notable a un porcentaje de la población.

En el caso de las baterías de envases, las distancias recorridas son superiores como consecuencia de la falta de puntos de recogida al hallarse en la fase de desarrollo la recogida de esta fracción.

Todos y cada uno de los atributos analizados para los iglúes amarillos poseen valores más elevados que el resto de fracciones.

<b>Resultados particulares de los envases en el sector 2</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 554	880,20 m. de 525-1
Habitante más perjudicado	tramo 839	537,10 m. de 525-1 y 525-1
Batería con más población asociada	batería 430-1	1.369 habitantes (9,56 %)
Batería con más cobertura	batería 525-1	3.197,58 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 525-1	343,60 m. de 484-1

Tabla 12.59: Resultados particulares de los envases en el sector 2

Tal y como sucede en el sector 1, la disposición de un menor número de baterías para la recogida de los envases ligeros conlleva un aumento generalizado de la población y la cobertura asociadas a cada batería, y especialmente, a la más castigada.

El Gráfico 12.37 y la Tabla 12.60 muestran el histograma de las distancias recorridas por la población del sector 2, donde, prácticamente, el 92 % de la población recorre distancias inferiores a los 200 metros, tal y como muestra.

**Distribución actual de la población de Sant Boi según la distancia recorrida en el sector 2 de recogida de envases**

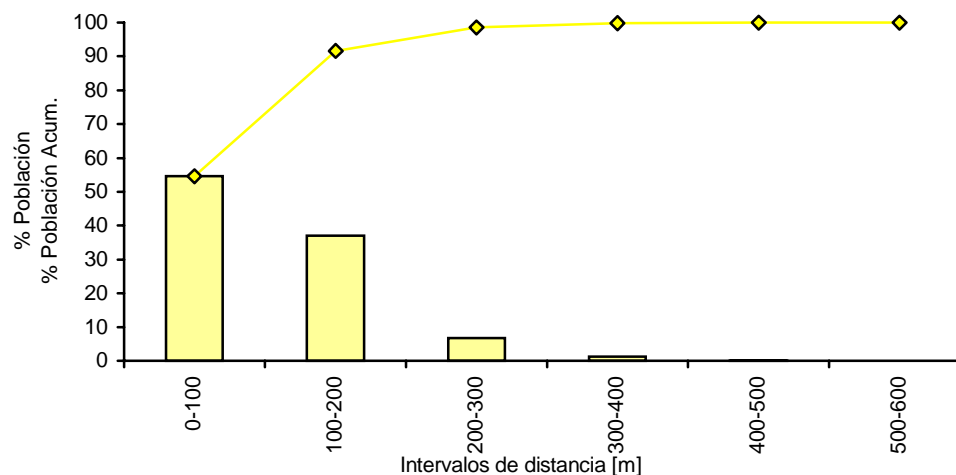


Gráfico 12.37: Histograma de distancias para los envases en el sector 2

Datos del histograma de la población del sector 2 para los envases						
Interv.	0-100 [m]	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
% Hab.	54,65	37,05	6,83	1,29	0,16	0,02
Pobl.	7.826	5.306	978	185	23	3
% Hab. Ac.	54,65	91,70	98,53	99,82	99,98	100,00
Pobl. Ac.	7.826	13.132	14.110	14.295	14.318	14.321

Tabla 12.60: Datos del histograma de la población del sector 2 para los envases

#### 12.4.4.3. Baterías de envases en el sector 3

La distribución de los iglúes amarillos del sector 3 de Sant Boi de Llobregat se detalla en la siguiente pantalla de SIRUS, como se observa en el Gráfico 12.38:

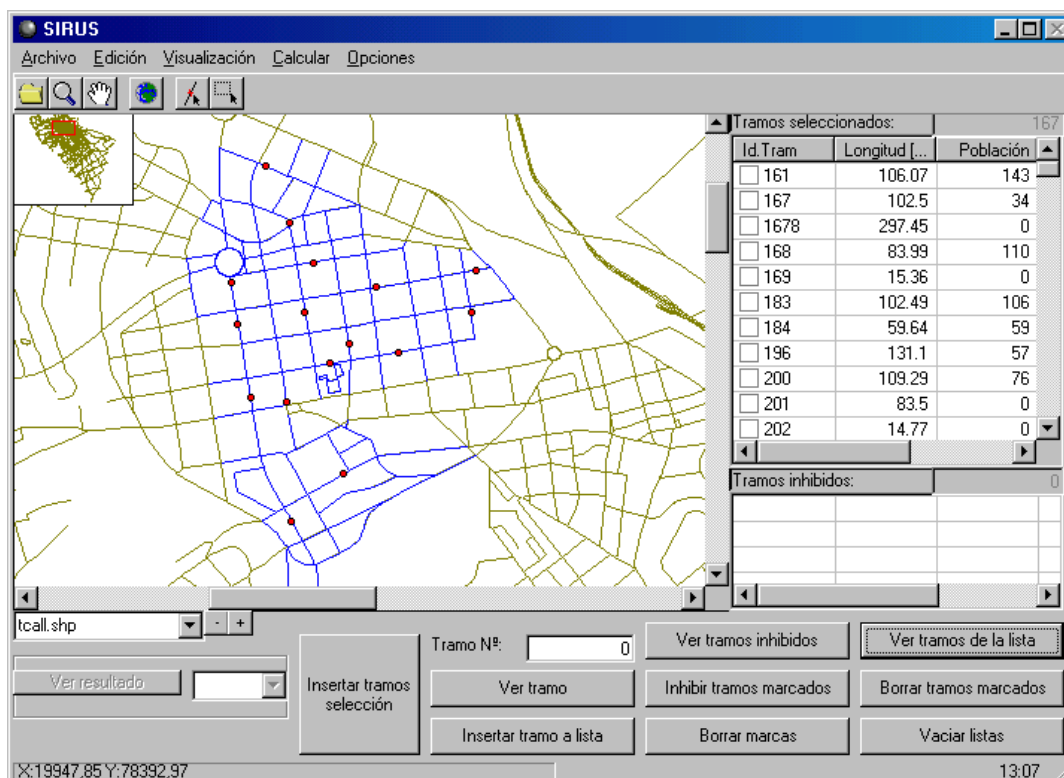


Gráfico 12.38: Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 3

La densidad de población del sector 3 es muy elevada, y la necesidad de un número considerable de baterías de rechazo y las otras fracciones, provocan una concentración elevada de punto de recogida. Los valores que caracterizan la distribución de los iglúes amarillos de este sector son:

Resultados generales de los envases el sector 3	
Concepto	Valores
Número de baterías	16 baterías
Distancia media habitante – batería	97,60 metros
Distancia máxima habitante – batería	395,61 metros
Distancia media entre baterías	156,18 metros
Cobertura de tramos con población	11.280 metros

Tabla 12.61: Resultados generales de los envases en el sector 3



El sector más poblado de Sant Boi de Llobregat dispone de menos baterías de envases que el sector 2, aunque los resultados generales detectados en los valores generales describen una distribución con propiedades muy parecidas a las del papel y el vidrio en el mismo sector de recogida.

La disposición de los iglúes amarillos sobre la superficie del sector 3 es dispersa y homogénea, desplazándose ligeramente hacia las zonas más pobladas, aunque sin olvidar el resto de los ciudadanos que pueden colaborar en la separación de los residuos.

Los valores extremos obtenidos para las baterías de envases ligeros no son extrapolables al resto de fracciones debido a su reciente implantación. Así pues, los datos que evalúan la calidad de la distribución se recogen en la Tabla 12.62:

<b>Resultados particulares de los envases en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 361	395,61 m. de 722-1
Habitante más perjudicado	tramo 707	395,61 m. de 722-1 y 722-1
Batería con más población asociada	batería 343-1	1.918 habitantes (9,96 %)
Batería con más cobertura	batería 780-1	1.477,22 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 168-1	242,17 m. de 235-1

Tabla 12.62: Resultados particulares de los envases en el sector 3

Nuevamente, las zonas más castigadas por la distribución de baterías en un sector contienen los puntos más perjudicados, es decir, aquellos que deben cubrir a más población y más kilómetros de calles.

El reducido número de baterías disponibles comporta un agrupamiento de toda la población en los iglúes existentes.

Prácticamente el 85 % de la población realiza un recorrido inferior a los 150 metros, tal y como muestra el Gráfico 12.39 y la Tabla 12.62.

**Distribución actual de la población de Sant Boi según la distancia recorrida en el sector 3 de recogida de envases**

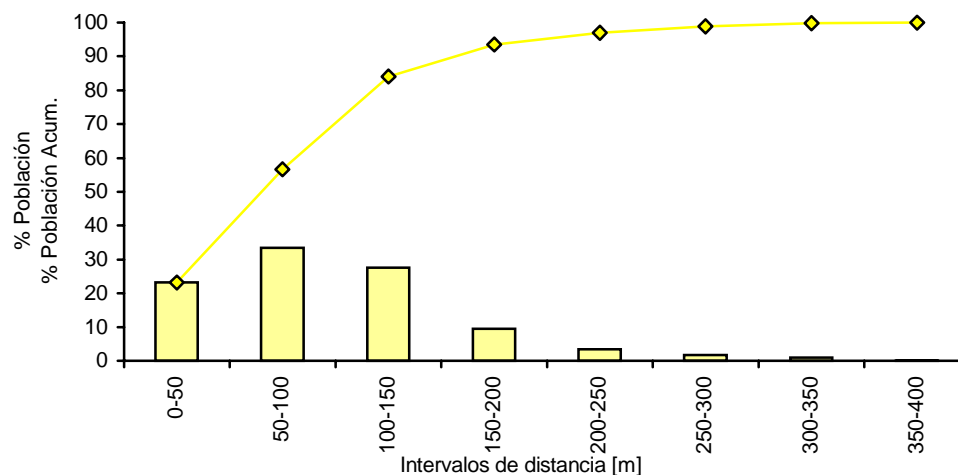


Gráfico 12.39: Histograma de distancias para los envases en el sector 3



Datos del histograma de la población del sector 3 para los envases								
Interv.	0-50 [m]	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400
% Hab.	23,20	33,37	27,56	9,46	3,48	1,75	1,00	0,18
Pobl.	4.468	6.428	5.309	1.823	670	338	192	34
% Hab. Ac.	23,20	56,57	84,13	93,59	97,07	98,83	99,82	100,00
Pobl. Ac.	4.468	10.896	16.205	18.028	18.698	19.036	19.228	19.262

Tabla 12.63: Datos del histograma de la población del sector 3 para los envases

#### 12.4.4.4. Baterías de envases en el sector 4

La distribución de las baterías de envases ligeros sobre el entramado de calles del sector 4, se representa en el Gráfico 12.40, que muestra una de las pantallas de SIRUS.

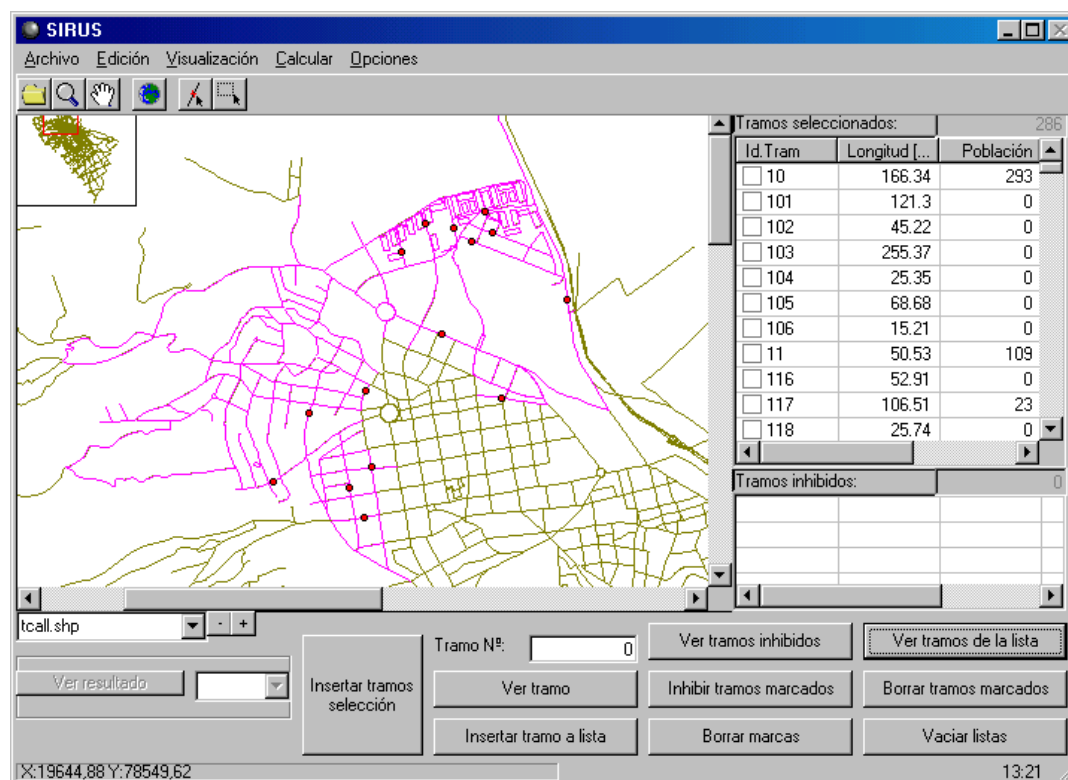


Gráfico 12.40: Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 4

El inconveniente de la desconexión de los tramos es independiente de la fracción analizada, y por consiguiente, no desaparece para el caso de la fracción correspondiente a los envases. La Tabla 12.64 muestra los valores característicos de la distribución actual:

Resultados generales de los envases el sector 4	
Concepto	Valores
Número de baterías	15 baterías
Distancia media habitante – batería	$\infty$ metros
Distancia máxima habitante – batería	$\infty$ metros
Distancia media entre baterías	262,32 metros
Cobertura de tramos con población	19.540 metros

Tabla 12.64: Resultados generales de los envases en el sector 4

El aislamiento de la población comporta unos resultados que no reflejan de forma completa el servicio de recogida que reciben los habitantes residentes en el sector 4.

A pesar de este inconveniente, toda la población que participa en la recogida del rechazo, y que no está aislada, también puede participar en la recogida selectiva de los envases ligeros en las áreas de aportación.

Los datos particulares, que evalúan la calidad de la distribución actual para los ciudadanos no aislados, se resumen en la Tabla 12.65:

<b>Resultados particulares de los envases en el sector 4</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.064	1.281,48 m. de 390-1
Habitante más perjudicado	tramo 331	966,91 m. de 450-1 y 450-1
Batería con más población asociada	batería 486-1	3.397 habitantes (22,31 %)
Batería con más cobertura	batería 390-1	3.796,00 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 149-1	453,35 m. de 258-1

Tabla 12.65: Resultados particulares de los envases en el sector 4

Únicamente el 37 % de la población recorre distancias inferiores a los 150 metros, mientras que más de un 4 % realiza recorridos superiores a los 300 metros, tal y como muestra el Gráfico 12.41 y la Tabla 12.66.

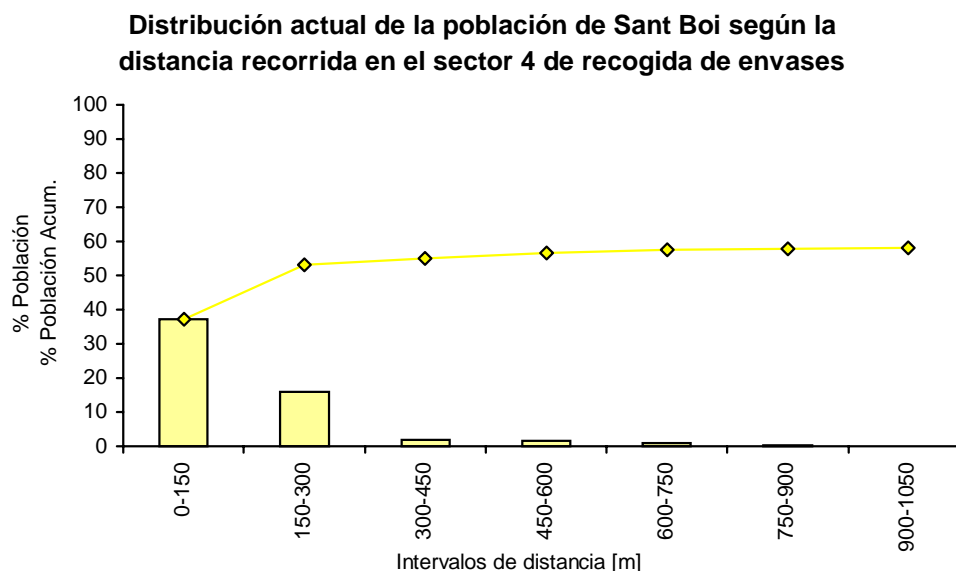


Gráfico 12.41: Histograma de distancias para los envases en el sector 4

<b>Datos del histograma de la población del sector 4 para los envases</b>							
<i>Interv.</i>	<i>0-150 [m]</i>	<i>150-300</i>	<i>300-450</i>	<i>450-600</i>	<i>600-750</i>	<i>750-900</i>	<i>900-1050</i>
% Hab.	37,10	16,03	1,83	1,64	0,83	0,40	0,14
Pobl.	5.648	2.441	279	249	127	61	22
% Hab. Ac.	37,10	53,13	54,97	56,60	57,43	57,84	57,98
Pobl. Ac.	5.648	8.089	8.368	8.617	8.744	8.805	8.827

Tabla 12.66: Datos del histograma de la población del sector 4 para los envases

#### 12.4.4.5. Baterías de envases en el sector 5

En el sector 5 de recogida de residuos municipales, las baterías destinadas a la recogida de los envases contienen un iglú de color amarillo se distribuyen tal y como muestra el Gráfico 12.42:

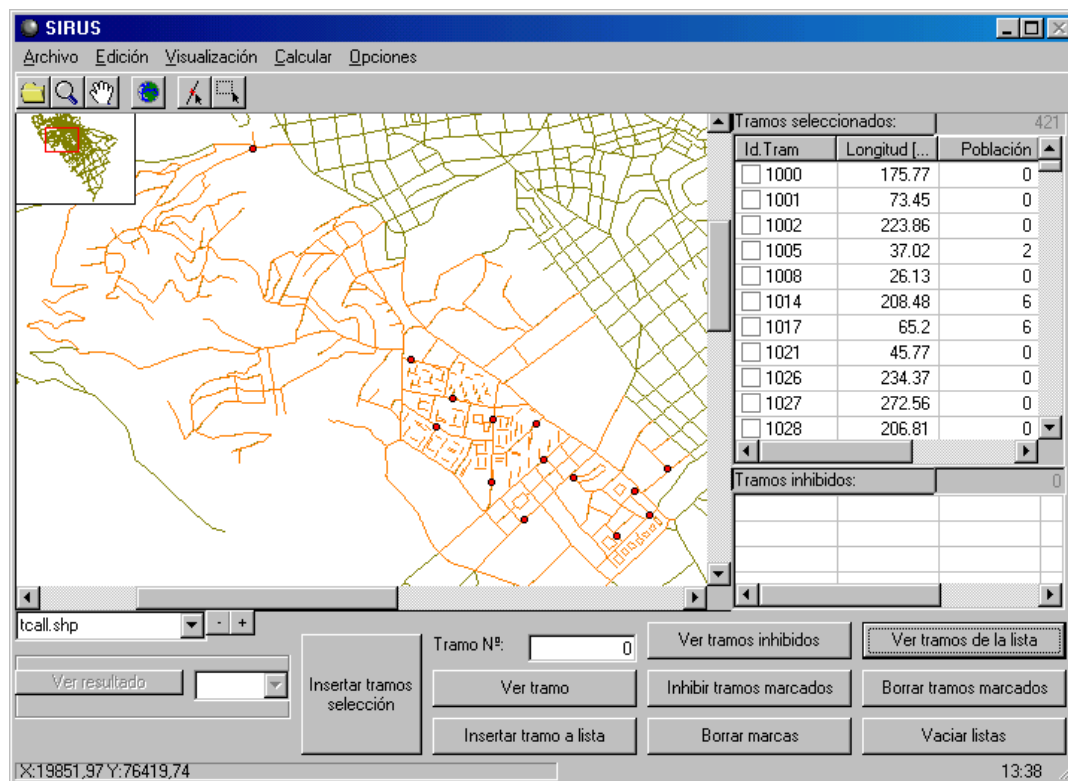


Gráfico 12.42: Pantalla con la distribución actual de las baterías de envases en el sector 5

La Tabla 12.67 resume los resultados generales de la valoración de las baterías de envases en el sector 5:

Resultados generales de los envases el sector 5	
Concepto	Valores
Número de baterías	14 baterías
Distancia media habitante – batería	∞ metros
Distancia máxima habitante – batería	∞ metros
Distancia media entre baterías	335,96 metros
Cobertura de tramos con población	21.434 metros

Tabla 12.67: Resultados generales de los envases en el sector 5

El número de baterías de envases dispuestas en el sector 5 es el menor de todo Sant Boi a pesar de poseer el mayor entramado de calles. La baja densidad de población del sector invita a desplazar los iglúes a zonas de concentración de ciudadanos que puedan participar en la recogida selectiva.

A diferencia de las otras tres fracciones, las baterías de envases se distribuyen de forma poco homogénea sobre el sector 5, concentrando todas las unidades en la zona residencial colindante con el sector 1.

Los otros datos que proporcionan información útil para valorar cualitativamente el servicio de recogida ofrecido a los ciudadanos no aislados se recogen en la Tabla 12.68:

<b>Resultados particulares de los envases en el sector 5</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.155	1.581,74 m. de 1.082-1
Habitante más perjudicado	tramo 1.323	1.581,74 m. de 1.082-1 y 1.082-1
Batería con más población asociada	batería 1.146-1	1.881 habitantes (14,69 %)
Batería con más cobertura	batería 1.446-1	7.747,68 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 693-1	1.881,59 m. de 1.082-1

Tabla 12.68: Resultados particulares de los envases en el sector 5

Prácticamente el 56 % de la población recorre distancias inferiores a los 200 metros, tal y como muestra el Gráfico 12.43 y la Tabla 12.69.

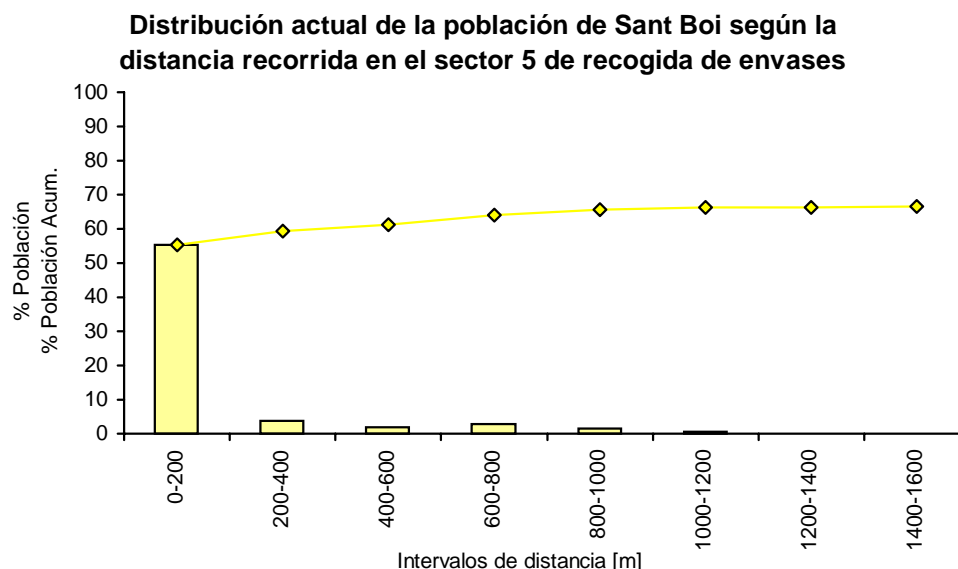


Gráfico 12.43: Histograma de distancias para los envases en el sector 5

<b>Datos del histograma de la población del sector 5 para los envases</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-200 [m]</i>	<i>200-400</i>	<i>400-600</i>	<i>600-800</i>	<i>800-1000</i>	<i>1000-1200</i>	<i>1200-1400</i>	<i>1400-1600</i>
% Hab.	55,41	3,88	2,01	2,76	1,55	0,59	0,14	0,11
Pobl.	7.093	497	257	353	199	76	18	14
% H. Ac.	55,41	59,29	61,30	64,06	65,61	66,21	66,35	66,46
P. Ac.	7.093	7.590	7.847	8.200	8.399	8.475	8.493	8.507

Tabla 12.69: Datos del histograma de la población del sector 5 para los envases

## 12.5. Los contenedores

El segundo de los elementos característicos de un sistema de recogida de residuos municipales, es el contenedor. Los contenedores se encuentran ubicados en los puntos de almacenaje de basura que se encuentran distribuidos por las calles de Sant Boi de Llobregat, y que reciben en nombre de baterías.

Una de las aplicaciones de SIRUS evalúa el funcionamiento y el rendimiento de los contenedores a partir de unos datos de entrada referentes al residuo generado.

La valoración de los contenedores distingue también, la fracción analizada y la zona seleccionada para el estudio, y además, exige la entrada de datos relativos a la producción de residuos municipales en el municipio de Sant Boi de Llobregat. La secuencia de acciones necesarias para ejecutar la valoración de los contenedores se detalla en el anexo de valoración de la situación actual (Anexo I).

Los resultados que ofrece esta segunda valoración, particularizan los valores calculados en todas y cada una de las baterías analizadas. Así pues, el resumen de las soluciones correspondientes a cada fracción y sector puede ser ampliado con la consulta del anexo comentado con anterioridad.

El orden de presentación de los resultados generales de la valoración de los contenedores se separa, nuevamente, por fracciones, manteniendo el mismo orden que en el caso de las baterías:

- Rechazo.
- Papel y cartón.
- Vidrio.
- Envases ligeros.

y, lógicamente, dentro de cada fracción:

- Sector 1.
- Sector 2.
- Sector 3.
- Sector 4.
- Sector 5.

### 12.5.1. Contenedores de rechazo

La selección de la zona y la fracción es idéntica a la efectuada con las baterías, pero en el caso de los contenedores, la aplicación de SIRUS requiere de una serie de datos que proporcionen la información necesaria sobre la generación de residuos.

El rechazo es la fracción más común, y de la que se disponen más datos y más concretos. Así pues, la memoria de la gestión de residuos de 1.998 permite extraer los siguientes valores.

<b>Generación de rechazo en los 5 sectores de Sant Boi</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valor</i>
Fracción	Rechazo
Volumen contenedor	1,1 m <sup>3</sup>
Plazo de recogida	1 día (recogida diaria)
Densidad del residuo	104,84 kg/m <sup>3</sup>
Masa diaria por habitante	1,12 kg/habitante-día
Grado de participación	100 %
Distancia de solapamiento	-
Factor máximo de llenado	500 %

Tabla 12.70: Generación de rechazo en los 5 sectores de Sant Boi

El municipio de Sant Boi ubica en sus calles dos modelos distintos de contenedor para la recogida del rechazo.

Ambos modelos proporcionan la misma capacidad de almacenaje, y sus dimensiones son muy parecidas. El sistema de vaciado es idéntico, y la única diferencia reside en el material de construcción de los mismos, unos metálicos y los otros de polietileno.

La frecuencia de vaciado de los contenedores es diaria, es decir, Sant Boi ofrece un servicio de recogida del rechazo que tiene lugar cada día de la semana para todos los sectores.

**12.5.1.1. Contenedores de rechazo en el sector 1**

La aplicación de SIRUS que valora los contenedores ofrece el conjunto de resultados generales en una única pantalla. Esta pantalla se puede visualizar en el Gráfico 12.44, para el caso concreto de las baterías de rechazo en el sector 1.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos

Volumen de un contenedor [m3]: 1.1      Factor de llenado máximo [%]: 75

Densidad del residuo [kg/m3]: 110      Plazo de recogida [días]: 1

Masa diaria por habitante [kg]: 1      Número estimado de contenedores: 0

Resumen de los resultados de la valoración

Población total del sector: 18120      Volumen total del residuo del sector[m3]: 193,57

Población potencial del sector: 18120      Volumen de servicio del residuo [m3]: 193,57

Población activa del sector: 18120      Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 79,47      Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 174,98

Habitantes activos por contenedor (medio): 79,47      Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 90,39

Nº medio de contenedores por batería: 2,53      Habitantes totales (máximo): 404

Factor de llenado medio de contenedores: 0,77      Habitantes activos (máximo): 404

Nº máximo de contenedores: 6

Factor de llenado máximo: 3,92

Resumen de la valoración      Datos del reparto actual

Guardar      Cerrar

Gráfico 12.44: Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 1

El resumen de los resultados extraídos de la pantalla del Gráfico 12.44 se presenta en la Tabla 12.71:

Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 1	
Concepto	Valores
Número de contenedores	228 contenedores
Población total, potencial y activa	18.120 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	193,57 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	193,57 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	174,98 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	90,39 %
Número medio de habitantes por contenedor	79,47 habitantes/contenedor
Número medio de contenedores por batería	2,53 contenedores/batería
Factor de llenado medio	77 %

Tabla 12.71: Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 1

La disposición de casi un 10 % del rechazo fuera de los contenedores, no se traduce en una disminución del porcentaje de servicio, que se mantiene en el 100 %. Por consiguiente, todo el residuo que se genera, se recoge, tanto si se encuentra en el interior del contenedor, como si por desbordamiento se emplaza en su exterior.

En la valoración de baterías se observa que la distribución actual propone unas distancias medias recorridas por los usuarios, que no superan los límites impuestos en el PMGRM. Por el contrario, es posible localizar habitantes que deben recorrer distancias superiores. La tendencia se repite con la valoración de los contenedores, ya que, el número medio de habitantes por contenedor de rechazo no rebasa el máximo de la Junta de Residus (JR) situado entorno a los 100 habitantes por cada contenedor ubicado en las zonas urbanas.

De igual forma, el número medio de contenedores por batería ofrece un valor muy adecuado y que, además, provoca un impacto ambiental reducido en comparación con los 6 contenedores dispuestos en la batería más castigada.

El factor de llenado es el tercer atributo utilizado para calibrar el servicio de recogida de rechazo en el sector 1. Nuevamente, el valor medio se acerca al estándar propuesto para una correcta gestión (75 %), pero el valor máximo advierte del desbordamiento de al menos una batería de contenedores. En el sector 1 y con la generación de residuos del año 1.998, se detectan problemas de capacidad en más de 20 baterías de contenedores.

Los máximos calculados en cada una de estas tres propiedades: número de habitantes por contenedor, número de contenedores por batería y factor de llenado, se recogen en la Tabla 12.72:

<b>Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por contenedor	404 <sup>habitantes</sup> / <sub>contenedor</sub>	823-1
Número máximo de contenedores por batería	6 <sup>contenedores</sup> / <sub>batería</sub>	838-2; 1.015-1; 1.016-2
Factor de llenado máximo	392 %	823-1

Tabla 12.72: Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 1

#### **12.5.1.2. Contenedores de rechazo en el sector 2**

El menor número de habitantes del sector 2 de recogida de residuos municipales de Sant Boi de Llobregat, generan, lógicamente, una cantidad inferior de rechazo.

El porcentaje de servicio se mantiene en el 100 %, ya que se trata de una política de recogida igual para todos los sectores, donde la basura generada se recoge totalmente. Así pues, se recoge todo el rechazo que se genera en el sector 2.

Por el contrario, y tal y como sucede en el sector 1, el porcentaje de rechazo que se deposita en el interior de los contenedores se sitúa entorno al 90 %. La localización de estos residuos en el exterior de los depósitos de recogida es especialmente notable en un grupo de baterías, ya que, en realidad, el factor medio de llenado no supera el 70 %.

El número medio de contenedores emplazados en las baterías es ligeramente inferior al del sector 1, superando en muy poco, las 2 unidades. En contrapunto, la batería más castigada alberga un total de 8 contenedores, lo que supone un aumento considerable del impacto visual en las calles.

En resumen, los valores medios del sector 2 de Sant Boi de Llobregat cumplen con los estándares propuestos en el PMGRM de la Junta de Residus, pero, por el contrario, los valores máximos sobrepasan los límites, castigando a un porcentaje de la población.

El Gráfico 12.45 muestra y resume los resultados generales de la aplicación de SIRUS en el sector 2.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos

Volumen de un contenedor [m3]: 1.1      Factor de llenado máximo [%]: 75

Densidad del residuo [kg/m3]: 110      Plazo de recogida [días]: 1

Masa diaria por habitante [kg]: 1      Número estimado de contenedores: 0

Resumen de los resultados de la valoración

Población total del sector: 14321      Volumen total del residuo del sector[m3]: 152.99

Población potencial del sector: 14321      Volumen de servicio del residuo [m3]: 152.99

Población activa del sector: 14321      Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 68.52      Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 137

Habitantes activos por contenedor (medio): 68.52      Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 89.55

Nº medio de contenedores por batería: 2.11      Habitantes totales (máximo): 333.5

Factor de llenado medio de contenedores: 0.67      Habitantes activos (máximo): 333.5

Nº máximo de contenedores: 8

Factor de llenado máximo: 3.24

Resumen de la valoración      Datos del reparto actual

Guardar      Cerrar

Gráfico 12.45: Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 2

El resumen de los resultados extraídos de la pantalla del Gráfico 12.45 se presenta en la Tabla 12.73:

Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 2	
Concepto	Valores
Número de contenedores	209 contenedores
Población total, potencial y activa	14.321 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	152,99 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	152,99 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	137,00 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	89,55 %
Número medio de habitantes por contenedor	68,52 habitantes/contenedor
Número medio de contenedores por batería	2,11 contenedores/batería
Factor de llenado medio	67 %

Tabla 12.73: Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 2

La Tabla 12.75 extrae los resultados máximos de las tres principales propiedades analizadas en la valoración de los contenedores de un sector: los habitantes por contenedor, los contenedores por batería y el factor de llenado.



Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 2		
Concepto	Valores	Ubicación
Número máximo de habitantes por contenedor	333,5 <sup>habitantes</sup> /contenedor	400-1
Número máximo de contenedores por batería	8 <sup>contenedores</sup> /batería	484-1
Factor de llenado máximo	324 %	400-1

Tabla 12.74: Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 2

### 12.5.1.3. Contenedores de rechazo en el sector 3

La ejecución de la aplicación de SIRUS, que realiza la valoración de los contenedores, conlleva la obtención de una pantalla con los resultados generales. El Gráfico 12.46 muestra el contenido de esta pantalla para el caso de los baterías de rechazo distribuidos sobre la superficie del sector 3.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos:

Volumen de un contenedor [m3]:	<input type="text" value="1.1"/>	Factor de llenado máximo [%]:	<input type="text" value="75"/>
Densidad del residuo [kg/m3]:	<input type="text" value="110"/>	Plazo de recogida [días]:	<input type="text" value="1"/>
Masa diaria por habitante [kg]:	<input type="text" value="1"/>	Número estimado de contenedores:	<input type="text" value="0"/>

Resumen de los resultados de la valoración:

Población total del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Volumen total del residuo del sector[m3]:	<input type="text" value="205,77"/>
Población potencial del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Volumen de servicio del residuo [m3]:	<input type="text" value="205,77"/>
Población activa del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Porcentaje volumétrico de servicio [%]:	<input type="text" value="100"/>
		Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:	<input type="text" value="156,22"/>
		Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:	<input type="text" value="75,92"/>
Habitantes totales por contenedor (medio):	<input type="text" value="86,77"/>	Habitantes totales (máximo):	<input type="text" value="472,5"/>
Habitantes activos por contenedor (medio):	<input type="text" value="86,77"/>	Habitantes activos (máximo):	<input type="text" value="472,5"/>
Nº medio de contenedores por batería:	<input type="text" value="2,31"/>	Nº máximo de contenedores:	<input type="text" value="6"/>
Factor de llenado medio de contenedores:	<input type="text" value="0,84"/>	Factor de llenado máximo:	<input type="text" value="4,59"/>

Resumen de la valoración    Datos del reparto actual

Guardar    Cerrar

Gráfico 12.46: Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 3

Evidentemente, la concentración de un mayor número de habitantes en el tercer sector provoca un aumento en la generación de residuos.

A pesar de disponer de 222 contenedores para la recogida de rechazo, el segundo bloque más numeroso de los 5 sectores, el porcentaje de bolsas de basura que deben emplazarse fuera de los contenedores por falta de espacio, es notablemente superior a los 2 primeros sectores (sector 1 y 2).

La falta de capacidad de los contenedores para albergar todo el rechazo generado diariamente en Sant Boi no repercute en el sistema de recogida, en cuanto que el servicio se encarga de eliminar cualquier bolsa de basura de las áreas de recogida.

La acumulación de población en este sector se traduce también en un ligero aumento de la relación habitantes por contenedor, que en su valor medio no supera el estándar del PMGRM.

El impacto visual que provocan las baterías de contenedores tiene un receso respecto al sector 2, disponiendo como número medio de 2 unidades en cada batería de rechazo.

La Tabla 12.75 muestra todos los resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 3 extraídos de la pantalla del Gráfico 12.46:

<b>Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	222 contenedores
Población total, potencial y activa	19.262 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	205,77 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	205,77 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	156,22 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	75,92 %
Número medio de habitantes por contenedor	86,77 habitantes/contenedor
Número medio de contenedores por batería	2,31 contenedores/batería
Factor de llenado medio	84 %

Tabla 12.75: Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 3

A diferencia del comportamiento de los valores medios del reparto de contenedores, los resultados máximos, ponen de manifiesto la existencia de un porcentaje de la población que recibe un servicio de menos calidad.

Los máximos calculados en cada una de las tres propiedades más destacadas de la valoración de los contenedores, se detallan en la Tabla 12.76:

<b>Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por contenedor	472,5 habitantes/contenedor	445-1
Número máximo de contenedores por batería	6 contenedores/batería	398-1
Factor de llenado máximo	459 %	445-1

Tabla 12.76: Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 3

La reducción del nivel cualitativo se refleja en el aumento del número máximo de habitantes que deben compartir un mismo contenedor, que para el caso del sector 3, alcanza los 472 ciudadanos.

El factor de llenado medio es un valor ligeramente superior al propuesto, pero el máximo del tercer sector se cifra en más del 450 %, es decir, la batería correspondiente requiere un número mayor de contenedores.

#### 12.5.1.4. Contenedores de rechazo en el sector 4

El Gráfico 12.47 contiene la pantalla de SIRUS correspondiente a los resultados generales de la valoración de los contenedores de rechazo ubicados en el sector 4.

Reparto de contenedores en baterías			
Datos de los contenedores introducidos			
Volumen de un contenedor [m3]:	1.1	Factor de llenado máximo [%]:	75
Densidad del residuo [kg/m3]:	110	Plazo de recogida [días]:	1
Masa diaria por habitante [kg]:	1	Número estimado de contenedores:	0
Resumen de los resultados de la valoración			
Población total del sector:	15224	Volumen total del residuo del sector[m3]:	162,64
		Volumen de servicio del residuo [m3]:	162,64
Población potencial del sector:	15224	Porcentaje volumétrico de servicio [%]:	100
Población activa del sector:	15224	Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:	88,82
		Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:	54,62
Habitantes totales por contenedor (medio):	71,81	Habitantes totales (máximo):	1238
Habitantes activos por contenedor (medio):	71,81	Habitantes activos (máximo):	1238
Nº medio de contenedores por batería:	1,74	Nº máximo de contenedores:	4
Factor de llenado medio de contenedores:	0,7	Factor de llenado máximo:	12,02
<div> Resumen de la valoración Datos del reparto actual </div>			
<div>Guardar</div>		<div>Cerrar</div>	

Gráfico 12.47: Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 4

La detección de los problemas de conexión del entramado de calles del sector 4, no sólo afecta a la distribución de las baterías, sino que también repercute en la valoración de los contenedores, ya que el proceso de asignación de población a las baterías, influye directamente en el reparto de los habitantes en los contenedores.

Los inconvenientes de la conexión se detectan, principalmente, en los valores máximos, como por ejemplo, el factor de llenado y la relación de habitantes por contenedor. Además, es necesario recordar que en el proceso de asignación de la población, todos los ciudadanos aislados no disponen de contenedor, y por lo tanto, no participan en la valoración.

El resumen de los resultados generales más destacados para los contenedores de rechazo del sector 4, se expone en la Tabla 12.77:

Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 4	
Concepto	Valores
Número de contenedores	212 contenedores
Población total, potencial y activa	15.224 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	162,64 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	162,64 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	88,82 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	54,62 %
Número medio de habitantes por contenedor	71,81 habitantes /contenedor
Número medio de contenedores por batería	1,74 contenedores /batería
Factor de llenado medio	70 %

Tabla 12.77: Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 4

Los valores medios de los tres atributos que califican el nivel de servicio ofrecido, se sitúan por debajo de los estándares y de los resultados de los tres primeros sectores (sectores 1 - 3). Por el contrario, el porcentaje volumétrico en contenedores, es el más reducido de los tres sectores analizados hasta el momento.

Esta situación, no debe sorprender, pues la inconexión de un número importante de calles con población asociada, provoca que todo el residuo generado por estos ciudadanos no se pueda emplazar en los contenedores, ya que, en teoría, no son capaces de desplazarse hasta ningún contenedor.

Tanto el factor medio de llenado como el número medio de habitantes por contenedor ofrecen valores inferiores a los estándares de 100 habitantes por contenedor y del 75 %, respectivamente. El número medio de contenedores por batería también se reduce de forma ostensible en el sector 4, sin alcanzar las 2 unidades.

En contrapunto, los resultados máximos invierten la tendencia del cuarto sector, reflejando los peores resultados obtenidos para el rechazo, excepto en la relación de contenedores por batería, donde el máximo sólo alcanza las 4 unidades.

La Tabla 12.78 muestra los valores máximos de los contenedores de rechazo del sector 4:

<b>Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 4</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por contenedor	1.238 <sup>habitantes</sup> / <sub>contenedor</sub>	1.679-1
Número máximo de contenedores por batería	4 <sup>contenedores</sup> / <sub>batería</sub>	29-2; 46-1; 57-3; 78-2 87-1; 407-1; 566-1
Factor de llenado máximo	1.202 %	1.679-1

Tabla 12.78: Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 4

El número de baterías con el máximo de contenedores es superior, ya que, la disposición de 4 unidades es una práctica común para recoger la fracción con mayor presencia.

Los otros dos atributos presentan niveles alejados del resto de baterías y contenedores del sector 4, es decir, el reparto de contenedores no se puede caracterizar, únicamente, con estos casos extremos.

#### **12.5.1.5. Contenedores de rechazo en el sector 5**

Los problemas de conexión detectados en el sector 4 se repiten, de forma menos acentuada, en el sector 5. Las inconexiones del entramado de calles son más numerosas, pero el porcentaje de población aislado es menor, y por lo tanto, no afecta tan considerablemente como en el caso del sector 4.

La cantidad de residuos fuera de los contenedores se encuentra entre los porcentajes de los tres primeros sectores (sectores 1 - 3) y el correspondiente al último (sector 4). Tal y como sucede en el cuarto sector, una parte importante del rechazo emplazado en el exterior de los contenedores es el asociado a la población aislada de las baterías de contenedores de su zona.

La tendencia referente a las propiedades analizadas se repite, y los valores medios se mantienen por debajo de los estándares propuestos por La Junta de Residus con contenedores relativamente vacíos (sólo utilizan el 58 % de su capacidad total).

La presencia de una importante zona rural en el sector 5, repercute en que el número medio de contenedores por batería, vuelva a situarse por debajo de las 2 unidades, y los habitantes asociados a cada contenedor sean menos, y por consiguiente, el factor de llenado también se reduzca.

Las tres propiedades y el resto de información general correspondientes a la valoración de contenedores de rechazo del sector 5 se resume en el Gráfico 12.48:

Reparto de contenedores en baterías

Datos de los contenedores introducidos

Volumen de un contenedor [m3]:1.1

Densidad del residuo [kg/m3]:110

Masa diaria por habitante [kg]:1

Factor de llenado máximo [%]:75

Plazo de recogida [días]:1

Número estimado de contenedores:0

Resumen de los resultados de la valoración

Población total del sector:12801

Población potencial del sector:12801

Población activa del sector:12801

Habitantes totales por contenedor (medio):60.1

Habitantes activos por contenedor (medio):60.1

Nº medio de contenedores por batería:1.82

Factor de llenado medio de contenedores:0.58

Volumen total del residuo del sector[m3]:136.75

Volumen de servicio del residuo [m3]:136.75

Porcentaje volumétrico de servicio [%]:100

Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:100.81

Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:73.72

Habitantes totales (máximo):372

Habitantes activos (máximo):372

Nº máximo de contenedores:4

Factor de llenado máximo:3.61

Resumen de la valoración

Datos del reparto actual

Guardar

Cerrar

Gráfico 12.48: Pantalla de resultados generales de la valoración de contenedores de rechazo del sector 5

El resumen de los resultados extraídos de la pantalla del Gráfico 12.48 se presenta en la Tabla 12.79:

Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 5	
Concepto	Valores
Número de contenedores	213 contenedores
Población total, potencial y activa	12.801 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	136,75 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	136,75 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	100,81 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	73,72 %
Número medio de habitantes por contenedor	60,10 habitantes/contenedor
Número medio de contenedores por batería	1,82 contenedores/batería
Factor de llenado medio	58 %

Tabla 12.79: Resultados generales de los contenedores de rechazo en el sector 5

En la misma pantalla del Gráfico 12.48 se pueden consultar los valores máximos, que además, pueden encontrarse en la lista de información de cada una de las baterías, donde se exponen las propiedades concretas de cada una de ellas. La Tabla 12.80 muestra estos valores máximos:

<b>Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 5</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por contenedor	372 habitantes/contenedor	1.318-2
Número máximo de contenedores por batería	4 contenedores/batería	678-1; 1.461-1
Factor de llenado máximo	361 %	1.318-2

Tabla 12.80: Valores máximos de los contenedores de rechazo en el sector 5

Pese a sobrepasar los estándares propuestos por el PMGRM, los valores máximos del quinto sector son los más aceptables de todos los analizados para el caso del rechazo.

## 12.6. Contenedores de papel y cartón

Las baterías de contenedores de papel y cartón se corresponden con los contenedores de la misma fracción, pues cabe recordar, que las baterías de selectiva están constituidas por un único iglú del color identificador de la fracción.

El papel y cartón es la segunda fracción en cuanto a número de contenedores de fracciones selectivas pero, en contraposición, ocupa el primer puesto en tonelaje de residuo separado y recogido. Los datos que caracterizan la generación, separación y recogida del papel y el cartón durante la gestión de 1.998, es la siguiente:

<b>Generación de papel y cartón en los 5 sectores de Sant Boi</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valor</i>
Fracción	Papel y cartón
Volumen contenedor	3,2 m <sup>3</sup>
Plazo de recogida	7 día (recogida semanal)
Densidad del residuo	100,00 kg/m <sup>3</sup>
Masa diaria por habitante	0,0241 kg/habitante·día
Grado de participación	100 %
Distancia de solapamiento	5.000 metros
Factor máximo de llenado	500 %

Tabla 12.81: Generación de papel y cartón en los 5 sectores de Sant Boi

El contenedor de las baterías papel y cartón corresponde a un único modelo del tipo iglú, distinguido del resto de fracciones selectivas por su color azul. La capacidad de este contenedor es superior a la del rechazo, alcanzando los 3.200 litros.

La aplicación de SIRUS para la valoración de contenedores, exige la entrada de un dato que indique el plazo de recogida (vaciado de los iglúes), que en el caso de Sant Boi no existe. La frecuencia de recogida de los contenedores de selectiva no es homogénea, y cada uno tiene un plazo de recogida distinto y variable, es decir, no constante.

El sistema de vaciado de contenedores controla el nivel de llenado de los mismo, y en el momento en el que uno está suficientemente lleno, es vaciado. Esta actuación es necesaria como consecuencia del reparto espacial de las baterías de fracciones selectivas.

El acercamiento de los iglúes azules a la población con el fin de facilitar y favorecer la colaboración ciudadana, implica la existencia una gran oscilación en la relación de habitantes por iglú de cada batería.

Con el objetivo de ofrecer una valoración lo más ajustada posible, se considera que el plazo de recogida del papel es de 7 días.

Así pues, la necesidad de efectuar esta hipótesis, resta importancia a los porcentajes volumétricos del residuo en los contenedores, puesto que el servicio garantiza la recogida antes del desbordamiento.

Los 5.000 metros de distancia de solapamiento, y el 100 % de participación ciudadana son los dos valores necesarios para asegurar que la cantidad separada y recogida sea asumida por la aplicación de SIRUS.

### 12.6.1. Contenedores de papel y cartón en el sector 1

La valoración de iglúes azules para el papel y el cartón, en vez de los contenedores destinados al almacenamiento del rechazo, no repercute en la consecución de los resultados. Por defecto, la aplicación de SIRUS valora los elementos relativos al rechazo, por lo tanto, es necesario, seleccionar la fracción correspondiente.

El Gráfico 12.49, muestra la pantalla de SIRUS con los resultados generales de la valoración del sector 1 de Sant Boi de Llobregat.

Reparto de contenedores en baterías			
Datos de los contenedores introducidos			
Volumen de un contenedor [m3]:	1.1	Factor de llenado máximo [%]:	75
Densidad del residuo [kg/m3]:	110	Plazo de recogida [días]:	1
Masa diaria por habitante [kg]:	1	Número estimado de contenedores:	0
Resumen de los resultados de la valoración			
Población total del sector:	18120	Volumen total del residuo del sector[m3]:	30,57
Población potencial del sector:	18120	Volumen de servicio del residuo [m3]:	30,57
Población activa del sector:	18120	Porcentaje volumétrico de servicio [%]:	100
		Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:	30,57
		Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:	100
Habitantes totales por contenedor (medio):	724,8	Habitantes totales (máximo):	1281
Habitantes activos por contenedor (medio):	724,8	Habitantes activos (máximo):	1281
Nº medio de contenedores por batería:	1	Nº máximo de contenedores:	1
Factor de llenado medio de contenedores:	0,38	Factor de llenado máximo:	0,68
<div> Resumen de la valoración Datos del reparto actual </div> <div> Guardar Cerrar </div>			

Gráfico 12.49: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 1

El plazo de recogida asociado para el papel y el cartón asegura la disposición de todo el residuo en los contenedores.

Tal y como se ha comentado, las baterías de papel y cartón contienen un único iglú de color azul, y por lo tanto, el número medio y máximo de contenedores por batería es idéntico con valor 1.

La Tabla 12.82 resumen los resultados generales.

<b>Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	25 iglúes azules
Población total, potencial y activa	18.120 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	30,57 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	30,57 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	30,57 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	724,80 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	38 %

Tabla 12.82: Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 1

El estándar referente a los habitantes por iglú varía respecto al rechazo, incrementando en 400 habitantes el máximo permitido, alcanzando así, los 500 habitantes por iglú.

El impacto visual de las baterías de papel y cartón es mínimo. El cuidado diseño de utilidad, forma y color, junto con el emplazamiento de un único iglú integrado en una batería de selectiva, son factores que cooperan en el afán por reducir el impacto visual.

Las 3 propiedades que perfilaban la calidad de una distribución de contenedores se reducen a 2, debido a la invariabilidad del número de iglúes por batería. Así pues, los valores máximos se resumen en la Tabla 12.83:

<b>Valores máximos de los iglúes de papel y cartón en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por iglú	1.281 habitantes/iglú	903-1
Factor de llenado máximo	68 %	903-1

Tabla 12.83: Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 1

El plazo de recogida de 7 días es relativamente corto para la mayoría de los iglúes, puesto que, ni en el peor de los casos, se alcanzan el factor estándar de llenado del 75 %.

Por el contrario, el reparto espacial de los iglúes, comporta la existencia de un iglú con más de 1.200 habitantes asociados, 700 más de los recomendables.

### 12.6.2. Contenedores de papel y cartón en el sector 2

Los iglúes azules son capaces de albergar todo el papel y cartón separado en los hogares y comercios de los ciudadanos de Sant Boi de Llobregat durante los 7 días que transcurren entre dos recogidas.

Los dos valores medios analizados en las fracciones selectivas: el número de habitantes por iglú y el factor de llenado, son menores que en el caso del sector 1, y además, el valor medio del primero se acerca al estándar propuesto por el PMGRM.

El Gráfico 12.50 muestra los resultados generales de la valoración de los iglúes azules del sector 2.



Gráfico 12.50: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 2

Si los valores medios disminuyen respecto al sector 2, los máximos presentan el efecto contrario, es decir, aumentan. El factor de llenado no reviste ningún inconveniente, porque pese a incrementar, no supera el estándar del 75 %.

La Tabla 12.84 resume los resultados generales para los contenedores de papel y cartón del sector 2 de recogida de residuos municipales.

Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 2	
Concepto	Valores
Número de contenedores	26 iglúes azules
Población total, potencial y activa	14.321 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	24,16 <sup>m³</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	24,16 <sup>m³</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	24,16 <sup>m³</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	550,81 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	29 %

Tabla 12.84: Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 2

El caso del número máximo de habitantes por iglú azul en el sector 2 excede del límite recomendable en más de 800 habitantes.

La capacidad de los contenedores de papel y cartón del sector 2 no se sobrepasa si se impone una recogida semanal, tal y como se refleja en la Tabla 12.85:

Valores máximos de los iglúes de papel y cartón en el sector 1		
Concepto	Valores	Ubicación
Número máximo de habitantes por iglú	1.328 habitantes/iglú	463-1
Factor de llenado máximo	70 %	463-1

Tabla 12.85: Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 1

### 12.6.3. Contenedores de papel y cartón en el sector 3

Las propiedades y los resultados obtenidos de la valoración de los 27 iglúes azules del sector 3, no distan de los atributos obtenidos en los dos primeros sectores (sectores 1 y 2). La gran concentración de ciudadanos en las calles del tercer sector se contrarresta con un número superior de contenedores que satisfacen la separación que se ha efectuado a lo largo del año 1.998, siempre y cuando la recogida sea semanal.

El conjunto de resultados generales obtenidos de la valoración de los contenedores de papel y cartón en el sector 3 se resumen en la pantalla de SIRUS del Gráfico 12.51.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos:

Volumen de un contenedor [m3]:	<input type="text" value="1.1"/>	Factor de llenado máximo [%]:	<input type="text" value="75"/>
Densidad del residuo [kg/m3]:	<input type="text" value="110"/>	Plazo de recogida [días]:	<input type="text" value="1"/>
Masa diaria por habitante [kg]:	<input type="text" value="1"/>	Número estimado de contenedores:	<input type="text" value="0"/>

Resumen de los resultados de la valoración:

Población total del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Volumen total del residuo del sector[m3]:	<input type="text" value="32,49"/>
Población potencial del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Volumen de servicio del residuo [m3]:	<input type="text" value="32,49"/>
Población activa del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Porcentaje volumétrico de servicio [%]:	<input type="text" value="100"/>
Habitantes totales por contenedor (medio):	<input type="text" value="713,41"/>	Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:	<input type="text" value="32,49"/>
Habitantes activos por contenedor (medio):	<input type="text" value="713,41"/>	Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:	<input type="text" value="100"/>
Nº medio de contenedores por batería:	<input type="text" value="1"/>	Habitantes totales (máximo):	<input type="text" value="1111"/>
Factor de llenado medio de contenedores:	<input type="text" value="0,38"/>	Habitantes activos (máximo):	<input type="text" value="1111"/>
		Nº máximo de contenedores:	<input type="text" value="1"/>
		Factor de llenado máximo:	<input type="text" value="0,59"/>

Resumen de la valoración    Datos del reparto actual

Guardar    Cerrar

Gráfico 12.51: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 3

El aumento de población respecto a los sectores anteriores se traduce en un lógico crecimiento de los residuos generados. La recogida vuelve a efectuarse de manera completa y con una total disposición del papel y el cartón separados en el interior de los contenedores.

Mientras que el factor de llenado medio permanece establecido en niveles muy bajos, el estándar de habitantes por iglú de selectiva sigue lejos de los resultados obtenidos. En el caso del papel y el cartón del sector 3, los iglúes deben cubrir a 200 ciudadanos más de los aconsejados.

La principal diferencia que se observa entre los contenedores de rechazo y los de selectiva, es la inversión de las tendencias descritas en un y otro caso.

En el fracción del rechazo, los valores medios cumplen con las normativas y los estándares mientras que los máximos presentan cotas excesivamente elevadas. Por el contrario, los valores medios de las distribuciones de papel y cartón no superan el examen de la Junta de Residus, pero con unos máximos con una menor oscilación respecto a las propuestas del PMGRM.

Los resultados generales se recogen en la Tabla 12.86:

<b>Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	27 iglúes azules
Población total, potencial y activa	19.262 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	32,49 <sup>m<sup>3</sup></sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	32,49 <sup>m<sup>3</sup></sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	32,49 <sup>m<sup>3</sup></sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	713,81 <sup>habitantes</sup> /iglú
Número medio de contenedores por batería	1 <sup>contenedores</sup> /batería
Factor de llenado medio	38 %

Tabla 12.86: Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 3

Los valores máximos no presentan ninguna característica diferente de las comentadas en los sectores 1 y 2, y por lo tanto, sólo resta mostrarlos en la Tabla 12.87:

<b>Valores máximos de los iglúes de papel y cartón en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por iglú	1.111 <sup>habitantes</sup> /iglú	540-1
Factor de llenado máximo	59 %	540-1

Tabla 12.87: Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 3

#### 12.6.4. Contenedores de papel y cartón en el sector 4

Nuevamente, la falta de conectividad en las calles del sector 4 de Sant Boi de Llobregat provoca un aislamiento de la población, y las consiguientes anomalías en los resultados.

La información extraída de la valoración, de la aplicación de SIRUS, correspondiente a los contenedores de papel y cartón del sector 4 reafirma la problemática del entramado de estas calles.

La diferencia más destacada se detecta en el porcentaje de la fracción emplazada en el interior de los contenedores, donde por primera vez con una fracción selectiva, es necesario disponer parte de los residuos generados y separados en el exterior del contenedor.

En contraposición con las desviaciones apreciadas en la mayoría de los resultados, los valores medios de los atributos analizados se mantienen en los rangos marcados por los tres primeros sectores de Sant Boi.

Tal y como se constata en el Gráfico 12.52 y la Tabla 12.88, el número medio de habitantes por contenedor sólo supera en 80 ciudadanos el máximo recomendado de 500, mientras que el factor de llenado apenas alcanza el 30 %.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos:

Volumen de un contenedor [m3]: 1.1      Factor de llenado máximo [%]: 75

Densidad del residuo [kg/m3]: 110      Plazo de recogida [días]: 1

Masa diaria por habitante [kg]: 1      Número estimado de contenedores: 0

Resumen de los resultados de la valoración:

Población total del sector: 15224      Volumen total del residuo del sector[m3]: 25,68

Población potencial del sector: 15224      Volumen de servicio del residuo [m3]: 25,68

Población activa del sector: 15224      Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 585,54      Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 24,45

Habitantes activos por contenedor (medio): 585,54      Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 95,2

Nº medio de contenedores por batería: 1      Habitantes totales (máximo): 2628

Factor de llenado medio de contenedores: 0,31      Habitantes activos (máximo): 2628

Nº máximo de contenedores: 1      Factor de llenado máximo: 1,39

Resumen de la valoración      Datos del reparto actual

Guardar      Cerrar

Gráfico 12.52: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 4

Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 4	
Concepto	Valores
Número de contenedores	26 iglúes azules
Población total, potencial y activa	15.224 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	25,68 <sup>m³</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	25,68 <sup>m³</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	24,45 <sup>m³</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	95,20 %
Número medio de habitantes por contenedor	585,54 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	31 %

Tabla 12.88: Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 4

Por el contrario, los valores máximos resultantes de la distribución de contenedores de papel y cartón en el sector 4 presenta los mismos inconvenientes que la fracción correspondiente al rechazo.

El número máximo de habitantes por contenedor sobrepasa el límite propuesto en más de 2.000 habitantes como consecuencia de la acumulación de ciudadanos aislados en una misma batería que carga con un tanto por ciento desproporcionado respecto al resto de iglúes.

La concentración de una cantidad tan grande de ciudadanos en un sólo contenedor desemboca en el desbordamiento del iglú correspondiente a la batería en cuestión. Según la producción y separación de papel y cartón, el sector 4 contiene el único iglú azul que no puede almacenar toda la fracción producida en una semana por su población asociada.

La Tabla 12.89 muestra la batería y el iglú con los máximos destacados.

Valores máximos de los iglúes de papel y cartón en el sector 4		
Concepto	Valores	Ubicación
Número máximo de habitantes por iglú	2.628 <sup>habitantes</sup> /iglú	500-1
Factor de llenado máximo	139 %	500-1

Tabla 12.89: Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 4

### 12.6.5. Contenedores de papel y cartón en el sector 5

A pesar de disponer del entramado de calles más largo de todo Sant Boi, el sector 5 es el que presenta unos mejores valores medios y máximos para la distribución de los iglúes de color azul. Además, el número de unidades destinadas al sector 5 no es especialmente mayor, y en realidad, repite los 25 iglúes del sector 1, mínimo del municipio.

El Gráfico 12.53 presenta la última pantalla de SIRUS para la valoración de los contenedores encargados de la recogida de papel y cartón en San Boi de Llobregat.

Gráfico 12.53: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de papel del sector 5

Las propuestas de la Junta de Residuos tiene su infraestructura más cercana en el sector 5, pues el valor medio de vecinos compartiendo un contenedor supera en 12 individuos el máximo permitido.

El factor de llenado de los contenedores de papel y cartón del sector 1 se mantiene por debajo del estándar del 75 % recomendado.

La Tabla 12.90 resume los valores medios característicos de la distribución de iglúes azules en el sector 5, mientras que la Tabla 12.91 recoge los máximos hallados.

<b>Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 5</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	25 iglúes azules
Población total, potencial y activa	12.801 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	21,60 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	21,60 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	21,60 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	512,04 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	271 %

Tabla 12.90: Resultados generales de los iglúes de papel en el sector 5

<b>Valores máximos de los iglúes de papel y cartón en el sector 5</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por iglú	1.234 habitantes/iglú	1.446-1
Factor de llenado máximo	66 %	1.446-1

Tabla 12.91: Valores máximos de los iglúes de papel en el sector 5

## 12.7. Contenedores de vidrio

A diferencia de los contenedores de rechazo, y tal y como sucede con los iglúes azules para el papel y el cartón, las baterías de contenedores de vidrio se identifican directamente con los contenedores de la misma fracción. Así pues, las baterías de selectiva para la recogida del vidrio están constituidas por un único iglú de color verde, el identificador de la fracción.

La recogida del vidrio es la más extendida en cuanto a número de contenedores de selectiva se refiere, pero la segunda en cuanto a cantidad separada de forma selectiva. Los datos que caracterizan la generación, separación y recogida del vidrio durante la gestión del año 1.998, es la siguiente:

<b>Generación de vidrio en los 5 sectores de Sant Boi</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valor</i>
Fracción	Vidrio
Volumen contenedor	3,2 m <sup>3</sup>
Plazo de recogida	30 día (recogida mensual)
Densidad del residuo	330,00 kg/m <sup>3</sup>
Masa diaria por habitante	0,0171 kg/habitante-día
Grado de participación	100 %
Distancia de solapamiento	5.000 metros
Factor máximo de llenado	500 %

Tabla 12.92: Generación de vidrio en los 5 sectores de Sant Boi

Los contenedores de vidrio son de un único modelo: un iglú del color característico del vidrio, el verde. Además, la capacidad es la misma que para los contenedores de papel y cartón, 3.200 litros.

La frecuencia real de recogida es un valor variable., y los 30 días implican un plazo de recogida donde se asegure, prácticamente, la disposición del 100 % de residuos en los contenedores apropiados.

### 12.7.1. Contenedores de vidrio en el sector 1

La selección de la fracción correspondiente al vidrio en la valoración de contenedores facilitada por SIRUS, no supone ningún cambio en la obtención de los resultados.

Los resultados generales de la valoración de los contenedores de vidrio en el sector 1 se refleja en la pantalla del Gráfico 12.54:

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos:

Volumen de un contenedor [m3]:	<input type="text" value="1.1"/>	Factor de llenado máximo [%]:	<input type="text" value="75"/>
Densidad del residuo [kg/m3]:	<input type="text" value="110"/>	Plazo de recogida [días]:	<input type="text" value="1"/>
Masa diaria por habitante [kg]:	<input type="text" value="1"/>	Número estimado de contenedores:	<input type="text" value="0"/>

Resumen de los resultados de la valoración:

Población total del sector:	<input type="text" value="18120"/>	Volumen total del residuo del sector[m3]:	<input type="text" value="28,17"/>
Población potencial del sector:	<input type="text" value="18120"/>	Volumen de servicio del residuo [m3]:	<input type="text" value="28,17"/>
Población activa del sector:	<input type="text" value="18120"/>	Porcentaje volumétrico de servicio [%]:	<input type="text" value="100"/>
		Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:	<input type="text" value="28,17"/>
		Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:	<input type="text" value="100"/>
Habitantes totales por contenedor (medio):	<input type="text" value="604"/>	Habitantes totales (máximo):	<input type="text" value="953"/>
Habitantes activos por contenedor (medio):	<input type="text" value="604"/>	Habitantes activos (máximo):	<input type="text" value="953"/>
Nº medio de contenedores por batería:	<input type="text" value="1"/>	Nº máximo de contenedores:	<input type="text" value="1"/>
Factor de llenado medio de contenedores:	<input type="text" value="0,29"/>	Factor de llenado máximo:	<input type="text" value="0,46"/>

Resumen de la valoración: Datos del reparto actual

Guardar Cerrar

Gráfico 12.54: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 1

El almacenamiento total de los residuos en el interior de los contenedores está garantizado para todas las baterías de vidrio del sector 1, pues la combinación de un plazo de recogida de 30 días y de la generación de vidrio en el sector no desbordan ningún iglú.

Los valores medios para los iglúes verdes del sector 1 son parejos a los resultantes de la distribución de contenedores para el papel y cartón del mismo sector.

La colocación de más contenedores que en el caso del papel y el cartón conlleva una ligera reducción en el número medio y máximo de habitantes por contenedor, a la vez que, favorecido por una menor generación y un peso específico mayor, disminuyen el llenado de los contenedores.

La Tabla 12.93 resume los resultados generales de la distribución de iglúes verdes en el sector 1, mientras que la Tabla 12.94 muestra los 2 valores extremos detectados en las baterías de la misma fracción y sector.

<b>Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	30 iglúes verdes
Población total, potencial y activa	18.120 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	28,17 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	28,17 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	28,17 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	604,00 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	29 %

Tabla 12.93: Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 1

<b>Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por iglú	953 habitantes/iglú	998-1
Factor de llenado máximo	46 %	998-1

Tabla 12.94: Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 1

El estándar referente a los habitantes por iglú se mantiene respecto al resto de fracciones selectivas, y para el caso del vidrio en el sector 1, supera en más de 450 ciudadanos el máximo recomendable en el iglú más castigado. Además, el valor medio también supera el estándar, aunque en esta ocasión sólo sobrepasa la propuesta en poco más de 100 habitantes.

### 12.7.2. Contenedores de vidrio en el sector 2

Los 37 iglúes verdes del sector 2, lo convierten en la zona de Sant Boi con más recursos para la recogida del vidrio.

El reparto de los contenedores sobre toda la superficie del sector 2 genera una distribución que, por primera vez, cumple con los máximos propuestos por la Junta de Residus en el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals.

<b>Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 2</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	37 iglúes verdes
Población total, potencial y activa	14.321 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	22,26 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	22,26 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	22,26 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	387,05 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	19 %

Tabla 12.95: Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 2



El factor medio de llenado presenta un valor muy bajo respecto a las valoraciones analizadas para las demás fracciones y sectores.

Nuevamente, y a pesar de la notable mejora de los valores medios, el número máximo de habitantes por contenedor detectado en los iglúes verdes del sector 2 dobla la cota máxima del PMGRM.

La pantalla con los resultados generales de la valoración de los contenedores de vidrio en el sector 2 se representa en el Gráfico 12.55:

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos:

Volumen de un contenedor [m3]:	1.1	Factor de llenado máximo [%]:	75
Densidad del residuo [kg/m3]:	110	Plazo de recogida [días]:	1
Masa diaria por habitante [kg]:	1	Número estimado de contenedores:	0

Resumen de los resultados de la valoración:

Población total del sector:	14321	Volumen total del residuo del sector [m3]:	22.26
Población potencial del sector:	14321	Volumen de servicio del residuo [m3]:	22.26
Población activa del sector:	14321	Porcentaje volumétrico de servicio [%]:	100
Habitantes totales por contenedor (medio):	387.05	Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:	22.26
Habitantes activos por contenedor (medio):	387.05	Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:	100
Nº medio de contenedores por batería:	1	Habitantes totales (máximo):	1014
Factor de llenado medio de contenedores:	0.19	Habitantes activos (máximo):	1014
		Nº máximo de contenedores:	1
		Factor de llenado máximo:	0.49

Resumen de la valoración: Datos del reparto actual

Guardar Cerrar

Gráfico 12.55: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 2

La Tabla 12.96 resume los 2 resultados máximos de la valoración.

Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 2		
Concepto	Valores	Ubicación
Número máximo de habitantes por iglú	1.014 habitantes/iglú	558-1
Factor de llenado máximo	49 %	558-1

Tabla 12.96: Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 2

### 12.7.3. Contenedores de vidrio en el sector 3

A pesar de los 5.000 habitantes más residentes en el sector 3, el número de contenedores es inferior en 3 unidades respecto a las localizadas en el sector 2. Esta realidad se traduce en un aumento del número medio de habitantes por contenedor, aunque el número máximo se mantiene constante alrededor de millar de ciudadanos.

Los factores de llenado se integran dentro del rango establecido por los sectores anteriores, sin sobrepasar en ningún caso el 75 %, y conservando una media que no alcanza el 30 % de la capacidad máxima.

El Gráfico 12.56 muestra la pantalla de SIRUS con los resultados generales de la valoración de los iglúes verdes en el sector 3.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos:

Volumen de un contenedor [m3]:	<input type="text" value="1.1"/>	Factor de llenado máximo [%]:	<input type="text" value="75"/>
Densidad del residuo [kg/m3]:	<input type="text" value="110"/>	Plazo de recogida [días]:	<input type="text" value="1"/>
Masa diaria por habitante [kg]:	<input type="text" value="1"/>	Número estimado de contenedores:	<input type="text" value="0"/>

Resumen de los resultados de la valoración:

Población total del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Volumen total del residuo del sector[m3]:	<input type="text" value="29,94"/>
Población potencial del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Volumen de servicio del residuo [m3]:	<input type="text" value="29,94"/>
Población activa del sector:	<input type="text" value="19262"/>	Porcentaje volumétrico de servicio [%]:	<input type="text" value="100"/>
		Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]:	<input type="text" value="29,94"/>
		Porcentaje volumétrico en contenedores [%]:	<input type="text" value="100"/>
Habitantes totales por contenedor (medio):	<input type="text" value="566,53"/>	Habitantes totales (máximo):	<input type="text" value="1083"/>
Habitantes activos por contenedor (medio):	<input type="text" value="566,53"/>	Habitantes activos (máximo):	<input type="text" value="1083"/>
Nº medio de contenedores por batería:	<input type="text" value="1"/>	Nº máximo de contenedores:	<input type="text" value="1"/>
Factor de llenado medio de contenedores:	<input type="text" value="0,28"/>	Factor de llenado máximo:	<input type="text" value="0,53"/>

Resumen de la valoración: Datos del reparto actual

Guardar Cerrar

Gráfico 12.56: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 3

La Tabla 12.97 y la Tabla 12.98 resumen los resultados generales y los valores máximos de los iglúes verdes, respectivamente:

Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 3	
Concepto	Valores
Número de contenedores	34 iglúes verdes
Población total, potencial y activa	19.626 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	29,94 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	29,94 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	29,94 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	566,53 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	53 %

Tabla 12.97: Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 3

Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 3		
Concepto	Valores	Ubicación
Número máximo de habitantes por iglú	1.083 habitantes/iglú	340-1
Factor de llenado máximo	53 %	340-1

Tabla 12.98: Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 3

#### 12.7.4. Contenedores de vidrio en el sector 4

Los problemas de desconexión de un porcentaje de la población del sector 4 vuelven a ponerse de manifiesto con esta fracción.

Nuevamente, se detecta la existencia de una batería con su iglú de color verde desbordado por los residuos emplazados. Así pues, para el vidrio y el sector 4, las oscilaciones entre valores medios y máximos aumentan.

El Gráfico 12.57 muestra los resultados generales de los contenedores de vidrio en el sector 4.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos

Volumen de un contenedor [m3]: 1.1      Factor de llenado máximo [%]: 75

Densidad del residuo [kg/m3]: 110      Plazo de recogida [dias]: 1

Masa diaria por habitante [kg]: 1      Número estimado de contenedores: 0

Resumen de los resultados de la valoración

Población total del sector: 15224      Volumen total del residuo del sector[m3]: 23,67

Población potencial del sector: 15224      Volumen de servicio del residuo [m3]: 23,67

Población activa del sector: 15224      Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 447,76      Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 22,84

Habitantes activos por contenedor (medio): 447,76      Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 96,52

Nº medio de contenedores por batería: 1      Habitantes totales (máximo): 2589

Factor de llenado medio de contenedores: 0,22      Habitantes activos (máximo): 2589

Nº máximo de contenedores: 1      Factor de llenado máximo: 1,26

Resumen de la valoración: Datos del reparto actual

Guardar      Cerrar

Gráfico 12.57: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 4

La Tabla 12.99 resume los resultados generales, donde se observa el cumplimiento del estándar sobre el número medio de habitantes por contenedor. Por el contrario, el valor máximo supera la propuesta de la Junta de Residus de forma considerable.

Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 4	
Concepto	Valores
Número de contenedores	34 iglúes verdes
Población total, potencial y activa	15.224 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	23,67 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	23,67 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	22,84 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	96,52 %
Número medio de habitantes por contenedor	447,76 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	22 %

Tabla 12.99: Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 4

La disposición de una cantidad de vidrio fuera de los contenedores se debe al desbordamiento de algunos iglúes verdes.

Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 4		
Concepto	Valores	Ubicación
Número máximo de habitantes por iglú	2.584 <sup>habitantes</sup> / <sub>iglú</sub>	500-1
Factor de llenado máximo	126 %	500-1

Tabla 12.100: Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 4

### 12.7.5. Contenedores de vidrio en el sector 5

El aislamiento de un porcentaje de la población no repercute en la calidad de los resultados y del servicio ofrecido para la recogida de vidrio en el sector 5.

El Gráfico 12.58 muestra la pantalla de resultados generales, en la que se detecta un holgado cumplimiento de la propuesta del PMGRM respecto al número medio de habitantes por iglú verde.

**Reparto de contenedores en baterías**

Datos de los contenedores introducidos:

Volumen de un contenedor [m3]: 1.1      Factor de llenado máximo [%]: 75

Densidad del residuo [kg/m3]: 110      Plazo de recogida [dias]: 1

Masa diaria por habitante [kg]: 1      Número estimado de contenedores: 0

Resumen de los resultados de la valoración:

Población total del sector: 12801      Volumen total del residuo del sector[m3]: 19.9

Población potencial del sector: 12801      Volumen de servicio del residuo [m3]: 19.9

Población activa del sector: 12801      Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 376.5      Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 19.9

Habitantes activos por contenedor (medio): 376.5      Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 100

Nº medio de contenedores por batería: 1      Habitantes totales (máximo): 1225

Factor de llenado medio de contenedores: 0.18      Habitantes activos (máximo): 1225

Nº máximo de contenedores: 1      Nº máximo de contenedores: 1

Factor de llenado máximo: 0.6      Factor de llenado máximo: 0.6

Resumen de la valoración      Datos del reparto actual

Guardar      Cerrar

Gráfico 12.58: Pantalla de resultados generales de la valoración de iglúes de vidrio del sector 5

La batería de vidrio más perjudicada en el sector 5 cubre a un total de 1.225 habitantes, es decir, 725 más de los 500 habitantes que deben compartir un iglú de residuos selectivos según el PMGRM.

Por el contrario, el factor de llenado medio permanece estancado en niveles excesivamente bajos, sin alcanzar el 20 % en la media, y desperdiciando un 40 % de la capacidad total en el caso con un mayor rendimiento.

La Tabla 12.101 y la Tabla 12.102 resumen los resultados generales y los máximos, respectivamente, relativos a la recogida de vidrio del sector 5.

<b>Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 5</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	34 iglúes verdes
Población total, potencial y activa	12.801 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	19,90 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de servicio en el sector	19,90 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	19,90 m <sup>3</sup> /semana
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	376,50 habitantes/iglú
Número medio de contenedores por batería	1 contenedores/batería
Factor de llenado medio	18 %

Tabla 12.101: Resultados generales de los iglúes de vidrio en el sector 5

<b>Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 5</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por iglú	1.225 habitantes/iglú	1.446-1
Factor de llenado máximo	60 %	1.446-1

Tabla 12.102: Valores máximos de los iglúes de vidrio en el sector 5



## **PARTE IV**

La Parte IV está dedicada a la elaboración y valoración de propuestas para el sistema de recogida de residuos. Se presenta, en primer lugar, la evolución de las necesidades de contenedores y de camiones en función de tres escenarios: el primero se ajusta a las pautas marcadas por la Junta de Residuos (JR); el segundo fija unos niveles de recogida ligados a una visión optimista; y el último corresponde a una visión pesimista. Posteriormente, se ofrece varios ejemplos relacionados con la explotación del sistema SIRUS a distintas zonas geográficas del municipio. La Parte IV finaliza con propuestas concretas, por sectores del municipio, para el nuevo sistema de recogida tanto para los contenedores y áreas de rechazo, como las fracciones selectivas.





## 13. Evolución de las necesidades de contenedores

A pesar de la característica de imprevisibilidad propia de cualquier previsión futura, la gestión de los residuos urbanos que tendrá lugar en Sant Boi de Llobregat en el horizonte contemplado por SIRUS, se emplaza dentro del marco del Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), impuesto por la Entitat del Medi Ambient (EMA) y la Junta de Residus (JR) y documentado a través del Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM).

Estas necesidades calculadas en julio de 1999 para el año 2000 tenían como objetivo la planificación de una primera fase donde el municipio de Sant Boi de Llobregat deba equipararse con las directrices, valores y ratios propuestos por el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) en el corto periodo de un año.

### 13.1 Escenarios para la gestión de los residuos urbanos en el año 2.000

El año 2.000 debe ser el primer paso para que el municipio de Sant Boi de Llobregat alcance los niveles exigidos por la Entitat del Medi Ambient (EMA) y la Junta de Residus (JR) para todos los municipios pertenecientes al Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB).

La consecución de este primer paso y objetivo requiere de la disponibilidad de unos datos y una información que muestren y escenifiquen el futuro con el que Sant Boi de Llobregat se va a encontrar. Este futuro tiene implícito, de manera irreversible, un factor de imprevisibilidad que debe ser contrarrestado con la previsión de diferentes escenarios que contemplen todas, o la mayoría, de posibilidades.

El número de escenarios a crear, es un aspecto que condiciona el desarrollo de cualquier proyecto. Un número demasiado elevado de estos escenarios comporta un aumento proporcional del volumen de datos y de las estrategias a considerar, así como del tiempo destinado a su ejecución. Por el contrario, la reducción del número de escenarios contemplados, limita la capacidad de reacción posterior ante acontecimientos futuros poco probables.

Con el objetivo de encontrar una actuación que equilibre estas dos situaciones extremas, se considera apropiado generar un total de tres escenarios. El primero de ellos, es el esperado (Escenario JR), es decir, el que alcanza todas y cada una de las propuestas previstas para el final del presente bienio (1.998-1.999) en el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM), y que Sant Boi de Llobregat debe cumplir para estar a la cabeza en la gestión de residuos urbanos.

Los otros dos escenarios presentan situaciones distintas a la esperada a finales del año 2.000. El llamado pesimista (Escenario P), propone un sistema de recogida que gestione por debajo de las expectativas creadas por la Junta de Residus (JR), y ligeramente por encima de la gestión actual de Sant Boi de Llobregat. El último de los escenarios, el optimista (Escenario O), fija unos niveles que superan levemente las previsiones efectuadas en el escenario esperado.

La importancia de cada una de las fracciones que componen el conjunto de los residuos generados en un municipio, aconseja encaminar el estudio a realizar hacia un análisis pormenorizado y particularizado para cada una de ellas. Sin embargo, a continuación se presenta una tabla resumen que contiene el porcentaje que se recogerá de manera separada de las distintas fracciones contempladas en el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM) para los tres escenarios diseñados.

<b>Porcentajes recogidos de manera separada de cada fracción</b>			
<i>Fracción</i>	<i>Escenario JR [%]</i>	<i>Escenario P [%]</i>	<i>Escenario O [%]</i>
Materia orgánica	6,00	0,00	10,00
Papel y cartón	45,00	10,00	50,00
Envases ligeros	10,00	5,00	25,00
Vidrio	40,00	25,00	50,00
Metales	0,00	0,00	0,00
Textiles	0,00	0,00	0,00
Voluminosos	100,00	100,00	100,00
Runas	100,00	100,00	100,00
Otros	55,00	55,00	55,00

Tabla 13.1: Porcentajes de cada fracción recogidos separadamente

Los porcentajes recogidos de manera separada en cada uno de los tres escenarios, muestran dos grupos de fracciones muy diferenciados. El primero de ellos comprende: la materia orgánica, el papel y cartón, los envases ligeros y el vidrio, y se observa una notable variabilidad de sus valores para los distintos escenarios.

El segundo grupo: metales, textiles, voluminosos y runas, presenta valores constantes en sus fracciones para los tres escenarios, puesto que el sistema utilizado para su gestión no sufrirá alteraciones durante el año 2.000. Es decir, los metales y los textiles seguirán sin disponer de una recogida separada, mientras que los voluminosos y las runas utilizarán el mismo sistema de recogida que en la actualidad, los 15 portacontenedores que Sant Boi de Llobregat tiene disponibles.

Con estos porcentajes sobre cada una de las fracciones consideradas por la Entitat del Medi Ambient (EMA) y la Junta de Residus (JR), los residuos recogidos en Sant Boi de Llobregat, en cada uno de los escenarios, tendrán la composición que se muestra en la tabla 13.2.

<b>Composición de los residuos recogidos en cada escenario</b>			
<i>Fracción</i>	<i>Escenario JR [%]</i>	<i>Escenario P [%]</i>	<i>Escenario O [%]</i>
Materia orgánica	2,34	0,00	3,90
Papel y cartón	12,15	2,70	13,50
Envases ligeros	1,10	0,55	2,75
Vidrio	2,80	1,75	3,50
Metales	0,00	0,00	0,00
Textiles	0,00	0,00	0,00
Voluminosos	3,00	3,00	3,00
Runas	1,00	1,00	1,00
Otros	2,75	2,75	2,75
Rechazo	74,86	88,25	69,60

Tabla 13.2: Composición de los residuos recogidos en cada escenario

A continuación, se presentan los gráficos correspondientes a estas composiciones, que pueden ser comparados con el Gráfico 12.1 que hace referencia al caso actual.

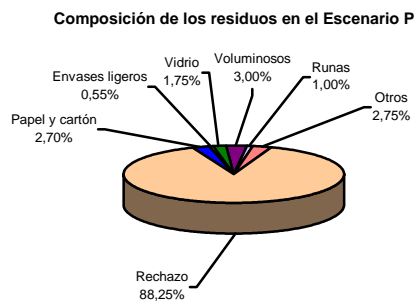


Gráfico 13.1: Composición de los residuos en el Esc. P

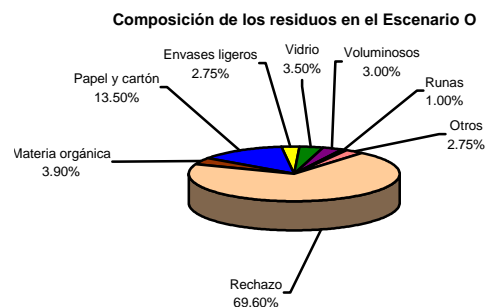


Gráfico 13.2: Composición de los residuos en el Esc. O

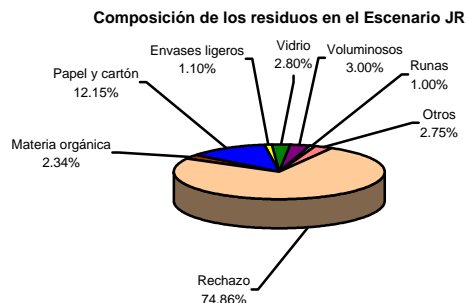


Gráfico 13.3: Composición de los residuos en el Esc. JR

La fracción predominante en cualquiera de los tres escenarios es el rechazo, donde se agrupa la parte de cada fracción que no se recoge de manera separada y que disminuye a medida que la recogida selectiva aumenta.

El municipio de Sant Boi de Llobregat recogió durante la gestión correspondiente al año 1.998 una cantidad de runas y de voluminosos, mediante el servicio contratado por teléfono de portacontenedores, que supera la fracción correspondiente a estos dos tipos de residuos prevista por la composición ideal del Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM). Así pues, el porcentaje restante de runas y voluminosos y las pilas recogidas de manera separada se contabilizan como una parte de la fracción otros que se gestiona selectivamente.

El escenario pesimista (Escenario P) propone unos porcentajes de gestión residual que se alejan mucho del aprobado mínimo que la Junta de Residus (JR) adjudicaría a finales del presente bienio (1.998-1.999) a un municipio perteneciente al Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB).

Por el contrario, el escenario optimista (Escenario O) presenta unos valores que, no sólo alcanzarían los mínimos propuestos, sino que además, dejarían al municipio de Sant Boi de Llobregat y al Proyecto SIRUS en una situación inmejorable para alcanzar los objetivos previstos para el siguiente bienio (2.000-2.001) dentro de las fechas previstas en el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM).

Las cifras y ratios expuestos en el escenario esperado (Escenario JR) deben ser alcanzados mediante el desarrollo de la gestión actual y con la elaboración de proyectos piloto que permitan lograr los mínimos impuestos.

El siguiente gráfico es un resumen de las representaciones efectuadas en los Gráficos anteriores a modo de comparación entre los escenarios propuestos, la situación actual del municipio de Sant Boi de Llobregat y separación total según la Junta de Residus (JR).

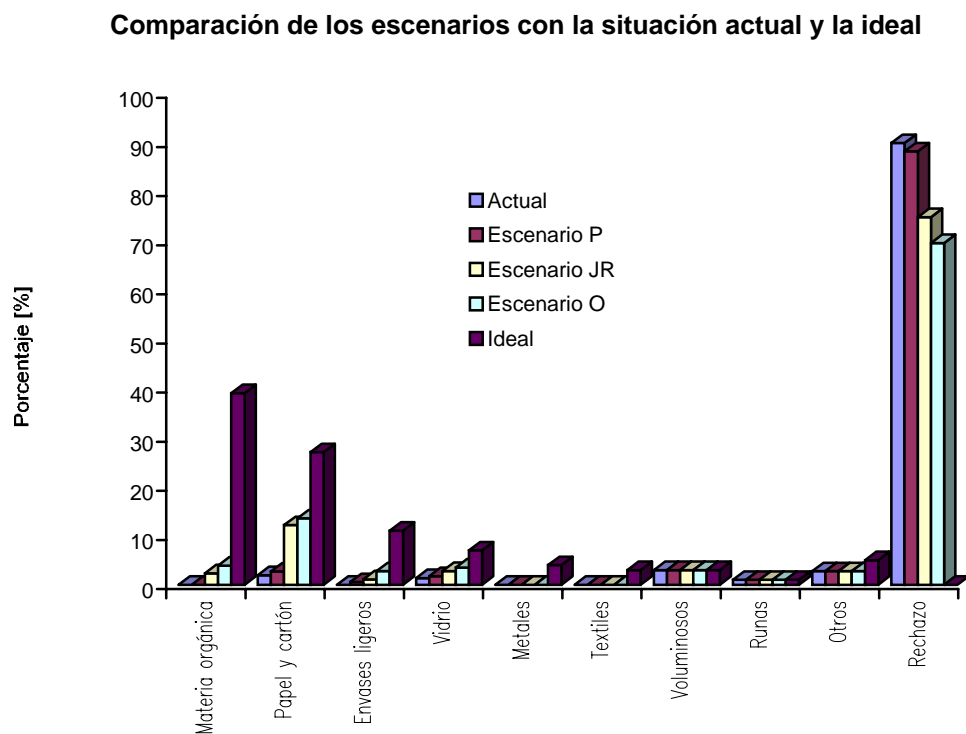


Gráfico 13.4: Composición de los escenarios con la situación actual y la ideal

## 13.2 Necesidades calculadas para una gestión relajada

Un sistema integral de recogida de residuos urbanos debe considerar un gran número de variables que intervienen en su gestión. El primer paso para analizar y conocer cada una de estas variables es separar su estudio del resto de variables, es decir, tratarlas como conceptos independientes de los demás, obteniendo unos resultados "mínimos".

Las dos variables que se consideraran en este primer paso son los elementos físicos necesarios para un sistema de recogida: los contenedores y los vehículos. El resto de las variables como la densidad de población y comercial, la geografía del municipio, etc... permanecerán relajados.

### 13.2.1 Contenedores

La necesidad de contenedores para cada fracción ha considerado las siguientes hipótesis de trabajo:

- Los contenedores se cargan hasta un 75% de su capacidad total.
- La recogida puede ser: diaria, 3, 2 y 1 vez por semana, quincenal, mensual.
- Los contenedores pueden ser de: 260, 450, 1.100, 2.400, 2.500 y 3.200 litros.
- Los residuos depositados en los contenedores no están compactados.

Los resultados obtenidos para cada escenario proporcionan el número de contenedores necesarios para la recogida de cada fracción según la frecuencia de recogida impuesta y el

contenedor escogido. Además, se han obtenido dos ratios para cada una de estas categorías calculadas, que se sugieren en el Programa Metropolità de la Junta de Residus (PMGRM) como valores mínimos a cumplir.

- Ratio 1: Número de habitantes por cada contenedor.
- Ratio 2: Distancia media recorrida por un habitante hasta su contenedor.

El ratio correspondiente al número de habitantes por cada contenedor se ha considerado una distribución homogénea de la población (80.000 habitantes) y de los contenedores sobre la superficie (21,9 km<sup>2</sup>) de Sant Boi de Llobregat. Para el segundo ratio, se han dispuesto los contenedores sobre una retícula cuadrada y perfecta donde se distribuyen formando una malla con contenedores equidistantes.

### 13.2.2 Camiones

El cálculo de necesidades de camiones para recoger cada fracción también ha considerado una serie de hipótesis de trabajo:

- Los camiones se cargan a un 100% de su capacidad total.
- Los camiones disponen de una capacidad de 20 m<sup>3</sup>.
- Los camiones pueden compactar el papel y cartón, envases ligeros y rechazo.
- El coeficiente de compactación para estas fracciones es 1:2.
- Los camiones no pueden compactar la materia orgánica y el vidrio.

Para cada escenario se obtiene el número de camiones necesario para recoger cada fracción en función del número de viajes que se determine realizar.

## 13.3 Escenario JR: Escenario de la Junta de Residus

Partiendo de los porcentajes de recogida de cada fracción y composición de los residuos para el caso del escenario de la Junta de Residus (Escenario JR) que se han expuesto en la Tabla 1 y la Tabla 2 respectivamente, de los pesos específicos típicos y de la generación de residuos urbanos prevista para el año 2.000, se obtienen las cantidades y los volúmenes de cada fracción recogidos de forma selectiva y en rechazo.

Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario JR				
Fracción	C. Selec. [tm]	C. Rech. [tm]	V. Selec. [m <sup>3</sup> ]	V. Rech. [m <sup>3</sup> ]
Materia orgánica	853	13.370	2.509,93	39.322,16
Papel y cartón	4.431	5.416	44.309,84	54.156,47
Envases ligeros	401	3.610	13.371,97	120.347,70
Vidrio	1.021	1.532	3.094,34	4.641,51
Metales	0	1.459	0,00	4.558,63
Textiles	0	1.094	0,00	16.831,85
Voluminosos	1.094	0	6.044,59	0,00
Runas	365	0	256,64	0,00
Otros	1.003	821	10.028,98	8.205,53
Rechazo	-	27.301	-	248.063,83

Tabla 13.3: Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario JR

### 13.3.1 Contenedores para el Escenario JR

Los cálculos para las necesidades correspondientes al número de contenedores de cada fracción cargados al 75% de su capacidad total, se han desarrollado de manera completa,

es decir, calculando para cada fracción el número de contenedores necesarios para recoger con una frecuencia y unas capacidades fijadas, considerando todas las combinaciones posibles. Los resultados extraídos resumen la totalidad partiendo de criterios como restricciones en la frecuencia de recogida, impacto visual de las baterías de contenedores, etc... Así pues, los resultados para el caso del almacenamiento de la materia orgánica en la acera, sólo considera la recogida diaria con contenedores de capacidades pequeñas de 260 y 450 litros, tal y como recomienda el Programa Metropolità de Gestió de Residus Municipals (PMGRM).

<b>Contenedores para Materia orgánica en Esc. JR</b>		
<i>Frecuencia</i>	<i>260 l [u]</i>	<i>450 l [u]</i>
Diaria	36	21

Tabla 13.4: Contenedores para Materia orgánica en Escenario JR

La recogida selectiva en las áreas de aportación (AA) recomienda y utiliza actualmente contenedores tipo iglú con capacidades de 2.500 litros. La frecuencia de vaciado de contenedores depende del volumen generado para cada una de las fracciones presentes en estas áreas. También se consideran los contenedores de 1.100 litros, que pueden ser adaptados de la recogida de rechazo a la selectiva, y los de 3.200 litros, que evitan la disposición de baterías de contenedores con tantas unidades pertenecientes a una misma fracción.

<b>Contenedores para Papel y cartón en Esc. JR</b>			
<i>Frecuencia</i>	<i>1.100 l [u]</i>	<i>2.500 l [u]</i>	<i>3.200 l [u]</i>
Diaria	148	65	51
3 x Semana	344	152	119
2 x Semana	516	227	178
Semanal	1.031	454	355

Tabla 13.5: Contenedores para Papel y cartón en Escenario JR

<b>Contenedores para Envases ligeros en Esc. JR</b>			
<i>Frecuencia</i>	<i>1.100 l [u]</i>	<i>2.500 l [u]</i>	<i>3.200 l [u]</i>
Diaria	45	20	16
3 x Semana	104	46	36
2 x Semana	156	69	54
Semanal	311	137	107

Tabla 13.6: Contenedores para Envases ligeros en Escenario JR

<b>Contenedores para Vidrio en Esc. JR</b>			
<i>Frecuencia</i>	<i>1.100 l [u]</i>	<i>2.500 l [u]</i>	<i>3.200 l [u]</i>
3 x Semana	24	11	9
2 x Semana	36	16	13
Semanal	72	32	25
Quincenal	144	64	50

Tabla 13.7: Contenedores para Vidrio en Escenario JR

Por último, los contenedores utilizados actualmente para el rechazo son los de 1.100 litros, que, en su mayoría, se encuentran integrados en baterías de recogida de rechazo que disponen de una hasta ocho unidades. Para evitar este hecho, se proponen los valores correspondientes a contenedores de mayor capacidad.

Contenedores para Rechazo en Esc. JR				
Frecuencia	1.100 l [u]	2.400 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
Diaria	824	378	363	284

Tabla 13.8: Contenedores para Rechazo en Escenario JR

El primer ratio calculado para los contenedores pretende dar una idea del número de habitantes que utilizan un mismo contenedor, es decir, la población que cubre cada unidad de almacenamiento. En las tablas anteriores (Tabla 13, 14, 15, 16 y 17) se destacan en color rojo, aquellos valores que no cumplan los siguientes ratios:

- Materia orgánica: 1:500 habitantes (aplicado a la zona de implantación).
- Área Aportación (Papel y cartón, Envases ligeros y Vidrio): 1:500 habitantes.
- Rechazo: 1:100 habitantes.

El otro ratio, limita la distancia media de un usuario al contenedor donde debe disponer los residuos generados. De la misma forma, se destacan en color verde, todas las combinaciones que no cumplan los valores propuestos por la Junta de Residus (JR):

- Materia orgánica: 1:300 metros (aplicado a la zona de implantación).
- Área Aportación (Papel y cartón, Envases ligeros y Vidrio): 1:300 metros.
- Rechazo: 1:100 metros.

### 13.3.2 Camiones para el Escenario JR

Este primer análisis para los camiones realiza diversas hipótesis que deben ser revisadas en estudios posteriores. Los vehículos considerados son homogéneos con una caja compactadora de 20 m<sup>3</sup> de capacidad con un rendimiento del 100%, y una relación de compactación de 1:2 para todas aquellas fracciones que sujetas a reducir su volumen.

Los valores obtenidos se exponen en tablas indicando el número de viajes necesarios para recoger los residuos de cada fracción dependiendo de la frecuencia de recogida y de los vehículos disponibles. Para cada fracción se muestra una tabla con los valores calculados y un gráfico que representa la relación existente entre los camiones y los viajes, para diferentes frecuencias de recogida, destacando aquellos puntos de especial interés.

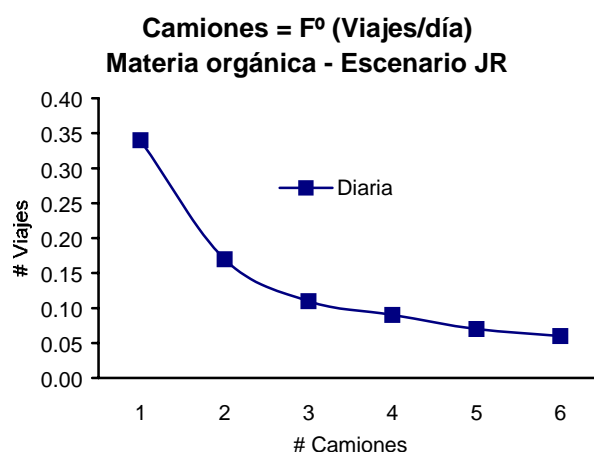


Gráfico 13.5: Camiones y viajes para Materia orgánica en el Escenario JR

<b>Camiones y viajes para Materia orgánica en Esc. JR</b>	
<i>Camiones</i>	<i>Diaria [viajes]</i>
1	0,34
2	0,17
3	0,11
4	0,09
5	0,07
6	0,06

Tabla 13.9: Camiones y viajes para materia orgánica en Escenario JR

Para las diferentes fracciones de la Área de Aportación (AA): Papel y cartón, Envases ligeros y Vidrio, las frecuencias de recogida consideradas abarcan un rango superior como consecuencia del menor volumen generado, la capacidad de los contenedores utilizados y la contaminación ambiental provocada de un almacenamiento prolongado.

<b>Camiones y viajes para Papel y cartón en Esc. JR</b>			
<i>Camiones</i>	<i>Diaria [viajes]</i>	<i>3xSemana [viajes]</i>	<i>2xSemana [viajes]</i>
1	3,03	7,08	10,62
2	1,52	3,54	5,31
3	1,01	2,36	3,54
4	0,76	1,77	2,66
5	0,61	1,42	2,12
6	0,51	1,18	1,77

Tabla 13.10: Camiones y viajes para Papel y cartón en Escenario JR

<b>Camiones y viajes para Envases ligeros en Esc. JR</b>				
<i>Camiones</i>	<i>Diaria [viajes]</i>	<i>3xSemana [viajes]</i>	<i>2xSemana [viajes]</i>	<i>Semanal [viajes]</i>
1	0,92	2,14	3,21	6,41
2	0,46	1,07	1,60	3,21
3	0,31	0,71	1,07	2,14
4	0,23	0,53	0,80	1,60
5	0,18	0,43	0,64	1,28
6	0,15	0,36	0,53	1,07

Tabla 13.11: Camiones y viajes para Envases ligeros en Escenario JR

<b>Camiones y viajes para Vidrio en Esc. JR</b>				
<i>Camiones</i>	<i>3xSemana [viajes]</i>	<i>2xSemana [viajes]</i>	<i>Semanal [viajes]</i>	<i>Quincenal [viajes]</i>
1	0,99	1,48	2,97	5,93
2	0,49	0,74	1,48	2,97
3	0,33	0,49	0,99	1,98
4	0,25	0,37	0,74	1,48
5	0,20	0,30	0,59	1,19
6	0,16	0,25	0,49	0,99

Tabla 13.12: Camiones y viajes para Vidrio en Escenario JR



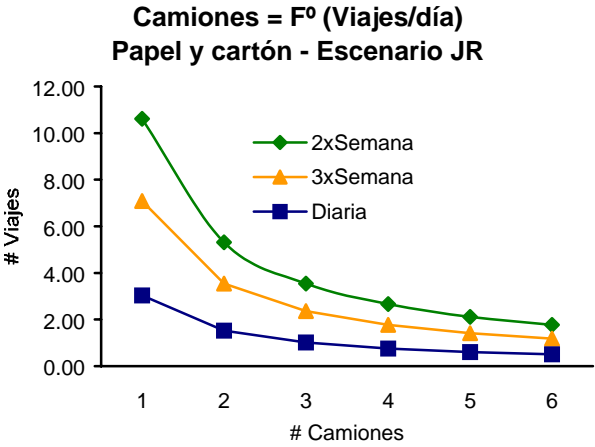


Gráfico 13.6: Camiones y viajes para Papel y cartón en el Escenario JR

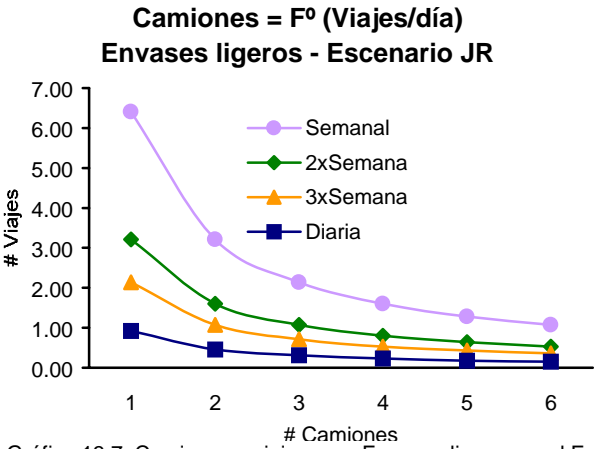


Gráfico 13.7: Camiones y viajes para Envases ligeros en el Escenario JR

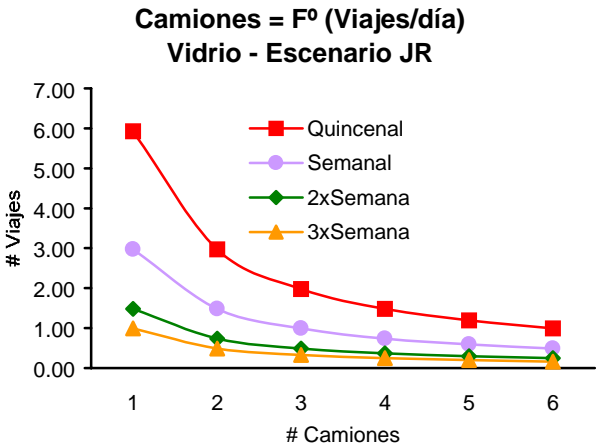


Gráfico 13.8: Camiones y viajes para Vidrio en el Escenario JR

Por último, la fracción correspondiente al Rechazo, que por su gran volumen debe recogerse con una frecuencia diaria.

Camiones y viajes para Rechazo en Esc. JR	
Camiones	Diaria [viajes]
1	16,99
2	8,50
3	5,66
4	4,25
5	3,40
6	2,83

Tabla 13.13: Camiones y viajes para Rechazo en Escenario JR

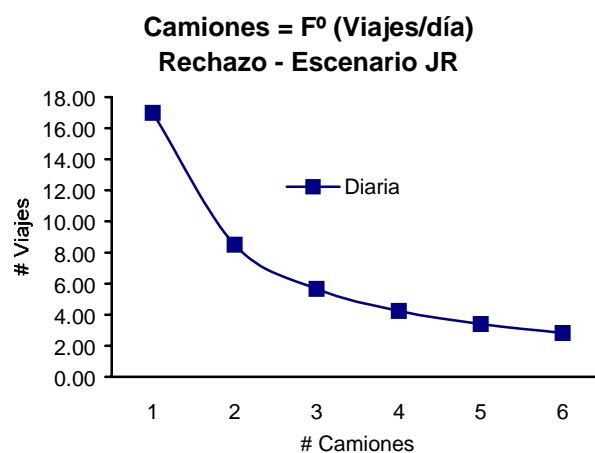


Gráfico 13.9: Camiones y viajes para Rechazo en el Escenario JR

### 13.4 Escenario O: Escenario Optimista

Partiendo de las mismas fuentes de datos que en el Escenario JR, aplicamos los valores del Escenario O para calcular las cantidades y los volúmenes de cada fracción recogidos de forma selectiva y en rechazo durante la gestión del año 2.000.

Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario O				
Fracción	C. Selec. [tm]	C. Rech. [tm]	V. Selec. [m³]	V. Rech. [m³]
Materia orgánica	1.422	12.801	4.183,21	37.648,88
Papel y cartón	4.923	4.923	49.233,15	49.233,15
Envases ligeros	1.003	3.009	33.429,92	100.289,75
Vidrio	1.276	1.276	3.867,92	3.867,92
Metales	0	1.459	0,00	4.558,63
Textiles	0	1.094	0,00	16.831,85
Voluminosos	1.094	0	6.044,59	0,00
Runas	365	0	256,64	0,00
Otros	1.003	821	10.028,98	8.205,53
Rechazo		25.382		220.635,70

Tabla 13.14: Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario O

### 13.4.1 Contenedores para el Escenario O

El escenario optimista (Escenario O) toma las mismas hipótesis de partida en el cálculo del número de contenedores necesarios, y por lo tanto, el desarrollo y la exposición de los valores obtenidos, sigue el mismo esquema que en el escenario de la Junta de Residuos (Escenario JR), resaltando el cumplimiento de los ratios igualmente.

Contenedores para Materia orgánica en Esc. O		
Frecuencia	260 l [u]	450 l [u]
Diaria	59	34

Tabla 13.15: Contenedores para Materia orgánica en Escenario O

Contenedores para Papel y cartón en Esc. O			
Frecuencia	1.100 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
Diaria	164	72	57
3 x Semana	382	168	132
2 x Semana	573	252	197
Semanal	1.145	504	394

Tabla 13.16: Contenedores para Papel y cartón en Escenario O

Contenedores para Envases ligeros en Esc. O			
Frecuencia	1.100 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
Diaria	112	49	39
3 x Semana	260	114	90
2 x Semana	389	171	134
Semanal	778	342	268

Tabla 13.17: Contenedores para Envases ligeros en Escenario O

Contenedores para Vidrio en Esc. O			
Frecuencia	1.100 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
3 x Semana	30	14	11
2 x Semana	45	20	16
Semanal	90	40	31
Quincenal	180	80	62

Tabla 13.18: Contenedores para Vidrio en Escenario O

Contenedores para Rechazo en Esc. O				
Frecuencia	1.100 l [u]	2.400 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
Diaria	733	336	323	252

Tabla 13.19: Contenedores para Rechazo en Escenario O

### 13.4.2 Camiones para el Escenario O

Las hipótesis realizadas para este primer análisis sobre la necesidad de vehículos en el escenario optimista (Escenario O) son las mismas que en el anterior para cada una de las diferentes fracciones consideradas.

Los valores obtenidos se exponen, de la misma manera, en tablas indicando el número de viajes necesarios para recoger los residuos dependiendo de la frecuencia de recogida y de los vehículos disponibles.

Camiones y viajes para Materia orgánica en Esc. O	
Camiones	Diaria [viajes]
1	0,57
2	0,29
3	0,19
4	0,14
5	0,11
6	0,10

Tabla 13.20: Camiones y viajes para Materia orgánica en Escenario O

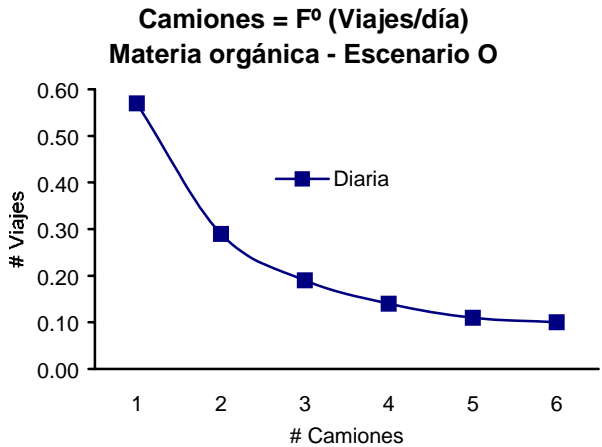


Gráfico 13.10: Camiones y viajes para Materia orgánica en el Escenario O

Camiones y viajes para Papel y cartón en Esc. O			
Camiones	Diaria [viajes]	3xSemana [viajes]	2xSemana [viajes]
1	3,37	7,87	11,80
2	1,69	3,93	5,90
3	1,12	2,62	3,93
4	0,84	1,97	2,95
5	0,67	1,57	2,36
6	0,56	1,31	1,97

Tabla 13.21: Camiones y viajes para Papel y cartón en Escenario O

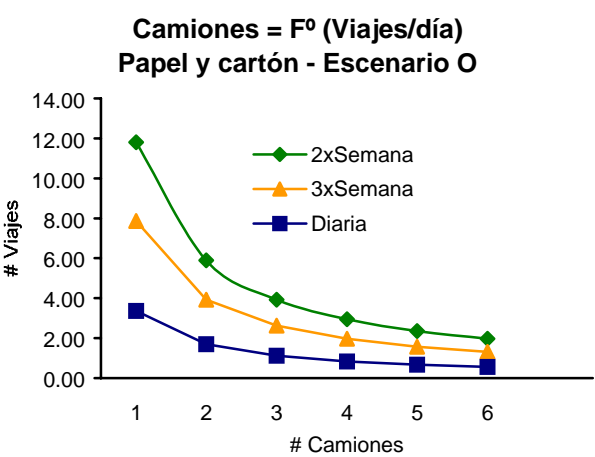


Gráfico 13.11: Camiones y viajes para Papel y cartón en el Escenario O

Camiones y viajes para Envases ligeros en Esc. O				
Camiones	Diaria [viajes]	3xSemana [viajes]	2xSemana [viajes]	Semanal [viajes]
1	2,29	5,34	8,01	16,03
2	1,14	2,67	4,01	8,01
3	0,76	1,78	2,67	5,34
4	0,57	1,34	2,00	4,01
5	0,46	1,07	1,60	3,21
6	0,38	0,89	1,34	2,67

Tabla 13.22: Camiones y viajes para Envases ligeros en Escenario O

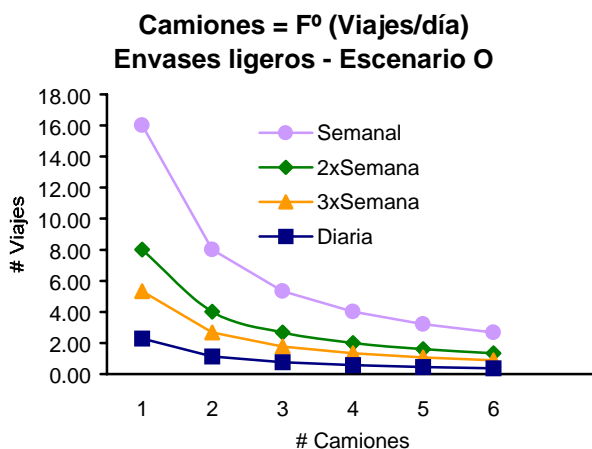


Gráfico 13.12: Camiones y viajes para Envases ligeros en el Escenario O

Camiones y viajes para Vidrio en Esc. O				
Camiones	3xSemana [viajes]	2xSemana [viajes]	Semanal [viajes]	Quincenal [viajes]
1	1,24	1,85	3,71	7,42
2	0,62	0,93	1,85	3,71
3	0,41	0,62	1,24	2,47
4	0,31	0,46	0,93	1,85
5	0,25	0,37	0,74	1,48
6	0,21	0,31	0,62	1,24

Tabla 13.23: Camiones y viajes para Vidrio en Escenario O

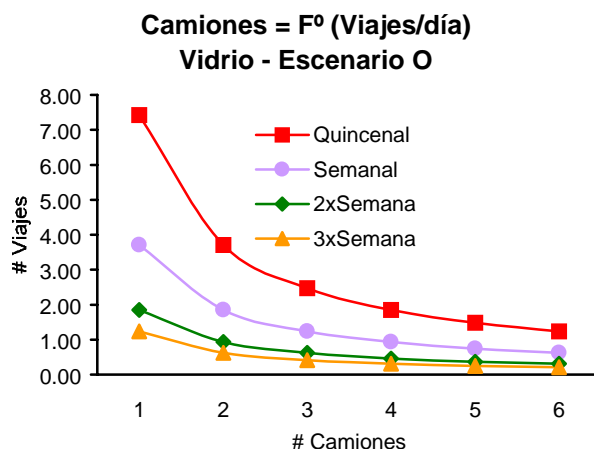


Gráfico 13.13: Camiones y viajes para Vidrio en el Escenario O

<b>Camiones y viajes para Rechazo en Esc. O</b>	
<i>Camiones</i>	<i>Diaria [viajes]</i>
1	15,11
2	7,56
3	5,04
4	3,78
5	3,02
6	2,52

Tabla 13.24: Camiones y viajes para Rechazo en Escenario O

### 13.5 Escenario P: Escenario Pesimista

Las operaciones y la exposición parten de las mismas fuentes de información que en los escenarios anteriores (Escenario JR y Escenario O), aplicándolo al caso particular de la gestión de los residuos urbanos prevista en el año 2.000 para el escenario pesimista (Escenario P).

<b>Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario P</b>				
<i>Fracción</i>	<i>C. Selec. [tm]</i>	<i>C. Rech. [tm]</i>	<i>V. Selec. [m<sup>3</sup>]</i>	<i>V. Rech. [m<sup>3</sup>]</i>
Materia orgánica	0	14.223	0,00	41.832,09
Papel y cartón	985	8.862	9.846,63	88.619,67
Envases ligeros	201	3.811	6.685,98	127.033,68
Vidrio	638	1.915	1.933,96	5.801,89
Metales	0	1.459	0,00	4.558,63
Textiles	0	1.094	0,00	16.831,85
Voluminosos	1.094	0	6.044,59	0,00
Runas	365	0	256,64	0,00
Otros	1.003	821	10.028,98	8.205,53
Rechazo		32.185		292.883,32

Tabla 13.25: Cantidad y volumen de cada fracción para el Escenario P

### 13.5.1 Contenedores para el Escenario P

Las hipótesis de cálculo para determinar el número de contenedores necesarios para el sistema de recogida en el escenario pesimista (Escenario P) son las mismas que en los dos casos anteriores. Así pues, el esquema de presentación de los datos obtenidos sigue el patrón de los otros.

Contenedores para Materia orgánica en Esc. P		
Frecuencia	260 l [u]	450 l [u]
Diaria	0	0

Tabla 13.26: Contenedores para Materia orgánica en Escenario P

Contenedores para Papel y cartón en Esc. P			
Frecuencia	1.100 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
Diaria	33	15	12
3 x Semana	77	34	27
2 x Semana	115	51	40
Semanal	229	101	79

Tabla 13.27: Contenedores para Papel y cartón en Escenario P

Contenedores para Envases ligeros en Esc. P			
Frecuencia	1.100 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
Diaria	23	10	8
3 x Semana	52	23	18
2 x Semana	78	35	27
Semanal	156	69	54

Tabla 13.28: Contenedores para Envases ligeros en Escenario P

Contenedores para Vidrio en Esc. P			
Frecuencia	1.100 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
3 x Semana	15	7	6
2 x Semana	23	10	8
Semanal	45	20	16
Quincenal	90	40	31

Tabla 13.29: Contenedores para Vidrio en Escenario P

Contenedores para Rechazo en Esc. P				
Frecuencia	1.100 l [u]	2.400 l [u]	2.500 l [u]	3.200 l [u]
Diaria	973	446	428	335

Tabla 13.30: Contenedores para Rechazo en Escenario P

### 13.5.2 Camiones para el Escenario P

Las hipótesis vuelven a ser las mismas que en los otros dos escenarios desarrollados en el Proyecto SIRUS. La exposición de todos los resultados se efectúa, nuevamente, diferenciando cada una de las distintas fracciones que se recogen separadamente en el municipio de Sant Boi de Llobregat. Las tablas indican el número de viajes necesarios para recoger los residuos dependiendo de la frecuencia de recogida y de los vehículos disponibles.

Camiones y viajes para Materia orgánica en Esc. P	
Camiones	Diaria [viajes]
1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	0,00
5	0,00
6	0,00

Tabla 13.31: Camiones y viajes para Materia orgánica en Escenario P

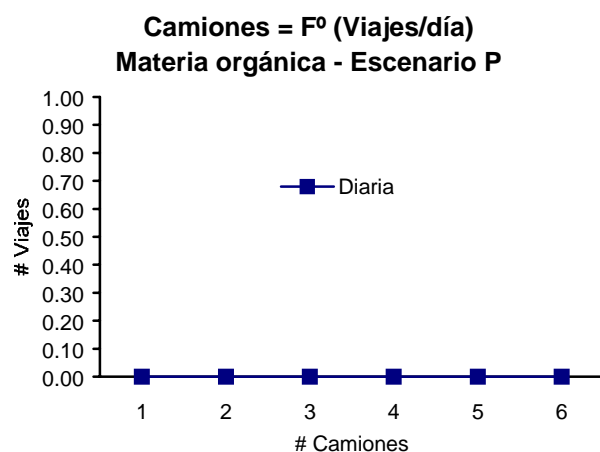


Gráfico 13.14: Camiones y viajes para Materia orgánica en el Escenario P

Camiones y viajes para Papel y cartón en Esc. P			
Camiones	3xSemana [viajes]	2xSemana [viajes]	Semanal [viajes]
1	1,57	2,36	4,72
2	0,79	1,18	2,36
3	0,52	0,79	1,57
4	0,39	0,59	1,18
5	0,31	0,47	0,94
6	0,26	0,39	0,79

Tabla 13.32: Camiones y viajes para Papel y cartón en Escenario P

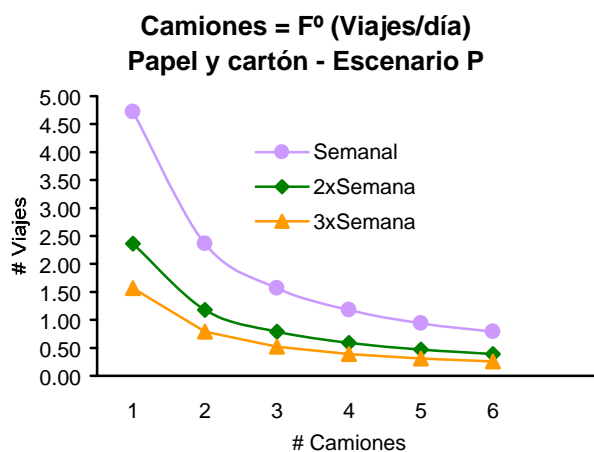


Gráfico 13.15: Camiones y viajes para Papel y cartón en el Escenario P



<b>Camiones y viajes para Envases ligeros en Esc. P</b>			
<i>Camiones</i>	<i>3xSemana [viajes]</i>	<i>2xSemana [viajes]</i>	<i>Semanal [viajes]</i>
1	1,07	1,60	3,21
2	0,53	0,80	1,60
3	0,36	0,53	1,07
4	0,27	0,40	0,80
5	0,21	0,32	0,64
6	0,18	0,27	0,53

Tabla 13.33: Camiones y viajes para Envases ligeros en Escenario P

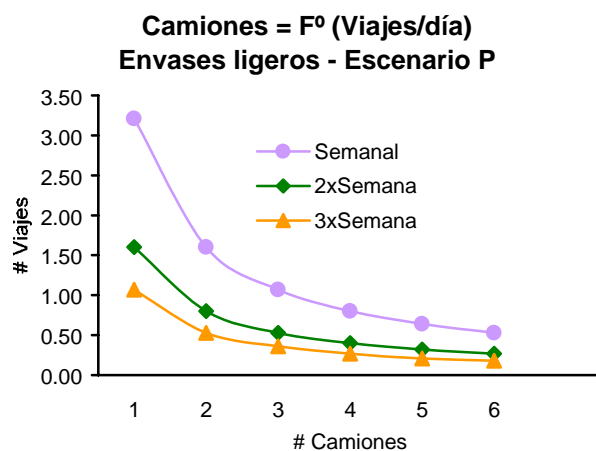


Gráfico 13.16: Camiones y viajes para Envases ligeros en el Escenario P

<b>Camiones y viajes para Vidrio en Esc. P</b>			
<i>Camiones</i>	<i>2xSemana [viajes]</i>	<i>Semanal [viajes]</i>	<i>Quincenal [viajes]</i>
1	0,93	1,85	3,71
2	0,46	0,93	1,85
3	0,31	0,62	1,24
4	0,23	0,46	0,93
5	0,19	0,37	0,74
6	0,15	0,31	0,62

Tabla 13.34: Camiones y viajes para Vidrio en Escenario P

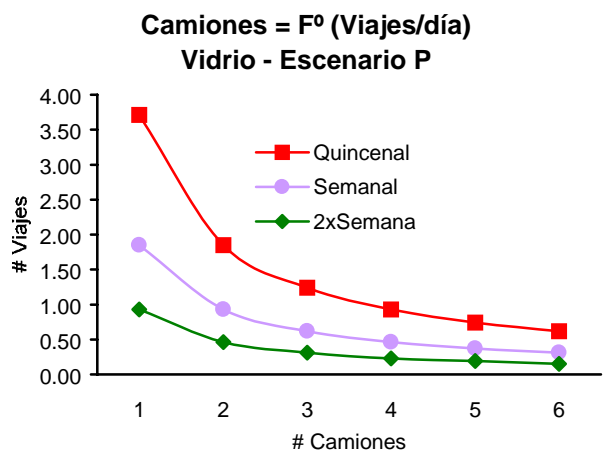


Gráfico 13.17: Camiones y viajes para Vidrio en el Escenario P

Camiones y viajes para Rechazo en Esc. P	
Camiones	Diaria [viajes]
1	20,06
2	10,03
3	6,69
4	5,02
5	4,01
6	3,34

Tabla 13.35: Camiones y viajes para Rechazo en Escenario P

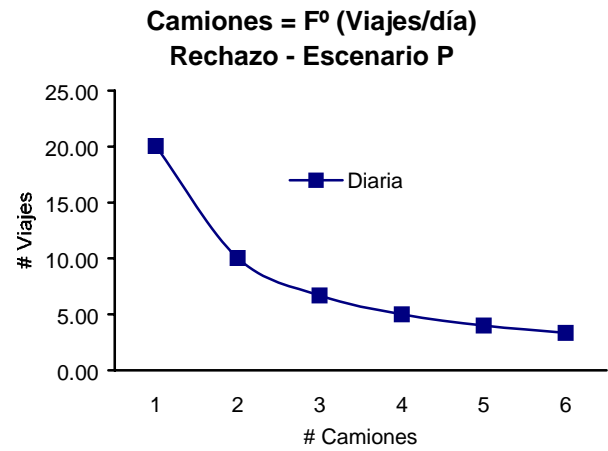


Gráfico 13.18: Camiones y viajes para Rechazo en el Escenario P

## 14. Explotación de sirus en diferentes áreas del municipio

El presente documento tiene por objeto la explotación del funcionamiento del programa desarrollado para localizar baterías de residuos en Sant Boi de Llobregat que constituye la Aplicación-0 del Proyecto SIRUS.

Para ilustrar dicha explotación se han seleccionado distintas zonas geográficas del municipio con características distintas en cuanto a: número de tramos y su distribución, longitudes y poblaciones.

La Aplicación-0 permite seleccionar un conjunto de tramos del municipio de los que se conocen sus poblaciones, longitudes y los datos necesarios para construir el Grafo que relaciona los tramos de una zona. Tras ello, se puede fijar una distancia máxima de desplazamiento de un usuario del servicio de recogida desde su domicilio a la batería más cercana.

Estos datos básicos permiten obtener soluciones automáticas (localización de baterías sobre el Grafo de la zona) que respeten la condición de máxima distancia de usuario prefijada y con la posibilidad de alejar o acercar las baterías lo máximo posible de los nudos del Grafo (cruces en el plano de Sant Boi).

La Aplicación-0 incluye diversos procedimientos heurísticos que establecen el orden de asignación de baterías a los tramos, así como procedimientos de optimización local, siempre con el objeto de minimizar el número de baterías sobre el plano y sin violar la condición de distancia. La localización de las baterías sobre los tramos se puede efectuar de diversas formas; éstas están relacionadas con la simetría y asimetría de las posiciones de aquéllas en cada tramo.

Finalmente, la Aplicación-0 ofrece una valoración de las soluciones que incluye medidas relativas al nivel de servicio tales como: las distancias máxima y media recorrida por los usuarios, así como la distribución de la población en función de la distancia recorrida; la posición de los usuarios más perjudicados (más alejados) en cada tramo y su distancia a la batería más cercana; y la población que puede asignarse a cada batería al considerar que ésta se desplazará mayoritariamente a la batería más próxima.

### 14.1 Aplicación 0

El objetivo primordial de la Aplicación 0, es el de localizar las ubicaciones de las baterías en el municipio Sant Boi de Llobregat. Esta localización se realizará cumpliendo un criterio de distancia máxima que deberá recorrer un habitante hasta la batería más cercana (parámetro variable a introducir antes de la ejecución), que, lógicamente, limitará la distancia máxima entre dos baterías.

Inicialmente, la disposición de las baterías se realiza de manera simétrica respecto al tramo, y maximizando la distancia de las baterías a los cruces, es decir, la batería asignada a un tramo con una sola batería se localizará en el centro del mismo, mientras que cuando del número de unidades dispuestas sea mayor que uno, éstas se ubicarán de manera simétrica respecto al centro del tramo, dejando una máxima distancia máxima entre los nodos extremos y las baterías más alejadas del centro.

Con este tipo de disposición de las baterías, se evitan retenciones de tráfico en el proceso de recogida. Además, esta distribución es muy intuitiva, pues la simetría de la localización

respecto al tramo favorece la interpretación de los resultados y la modificación de los mismos sobre el plano.

La Aplicación 0, propone otros dos procesos de distribución que, únicamente, pretenden reducir, al máximo, el número de baterías asignadas a la zona o área seleccionada para la localización. De esta manera, la solución presentada pierde las propiedades resaltadas en el primer proceso, es decir, las baterías pueden encontrarse en los cruces, y la disposición no es tan intuitiva.

En este caso se contemplará y analizará, solamente, los resultados obtenidos con la localización simétrica respecto al tramo.

El primer resultado de la Aplicación 0, proporcionará una distribución, en la zona o área del municipio seleccionada, de las baterías necesarias para cumplir con el máximo impuesto para la distancia entre habitante y batería impuesto por el usuario.

El usuario dispondrá de una serie de heurísticas y de procedimientos de mejora para poder solucionar el problema de localización, y por lo tanto, deberá escoger entre las diferentes opciones en el momento de la ejecución.

Una vez obtenida la solución, el usuario podrá retocarla, moviendo las baterías sobre el plano de la zona seleccionada. Estos retoques que sufrirá la solución de partida, podrán ser cuantificados en la comparación entre los resultados obtenidos a priori, y a posteriori.

La localización de baterías que realiza la Aplicación 0, no sólo tiene en cuenta una distancia máxima entre baterías o entre habitante y batería de contenedores, sino que considera muchas otras variables que se integran en el proceso.

## 14.2 Procedimientos

Los procedimientos heurísticos y de mejora utilizados para la localización de baterías, en esta Aplicación 0, son los que se presentan a continuación:

- Ordenaciones posibles para las heurísticas.
  - Ordenación 0: Para el procedimiento MultiStart.
  - Ordenación 1: Asignación de baterías a tramos ordenados de mayor a menor longitud.
  - Ordenación 2: Asignación de baterías a tramos ordenados de mayor a menor población.
  - Ordenación 3: Asignación de baterías a tramos ordenados de mayor a menor densidad de población (hipótesis: población se reparte uniformemente).
  - Ordenación 4: Asignación de baterías a tramos ordenados de menor a mayor densidad de baterías.
- Procedimientos de optimización local para cada solución obtenida de las heurísticas anteriores.
  - Sin mejora: No efectúa ningún procedimiento de mejora.
  - Mejora 1: Optimización local con descenso no exhaustivo.
  - Mejora 2: Optimización local con descenso exhaustivo.
- Heurísticas de localización.
  - Localización simétrica respecto al tramo.
  - Localización simétrica respecto al subtramo no cubierto de un tramo.
  - Localización simétrica respecto al punto más alejado de las dos baterías más cercanas al tramo.

- Localización simétrica respecto al punto más alejado de las dos baterías más cercanas al tramo con mejora.

### *14.3 Técnica de localización*

La técnica que se describirá a continuación, hace referencia a la disposición simétrica de las baterías respecto al tramo, quedando el desarrollo de las otras dos técnicas para notas posteriores.

La localización de baterías de contenedores se efectúa, tal y como se ha comentado, partiendo de un parámetro de entrada variable que hace referencia a la distancia entre el habitante más perjudicado y su batería más cercana, es decir, se limita la distancia máxima que deberá recorrer un usuario para deshacerse de los residuos que ha generado.

La localización puede dividirse en zonas, y por lo tanto, la distribución de las baterías se puede reducir a pequeñas áreas que juntas conformen el municipio de Sant Boi de Llobregat.

La ejecución de la Aplicación 0 debe realizarse de manera separada para reducir el tiempo de ejecución, es decir, el usuario tiene que proceder a la utilización de una de las 60 combinaciones resultantes de las opciones facilitadas.

Las heurísticas deterministas Greedy tienen que ser ejecutadas, como mínimo, una vez en cualquiera de sus 4 opciones posibles. La heurística ordena los tramos seleccionados según la opción elegida, y siguiendo esta ordenación, asigna baterías a aquellos tramos que no tengan cubierto el parámetro de máxima distancia entre baterías. Una vez obtenida la solución, ésta puede ser mejorada con cualquiera de los dos procesos de optimización local.

Por último, la Aplicación 0 ofrece la posibilidad de desarrollar la técnica MultiStart con un número de iteraciones que debe ser entrado por el usuario.

### **14.4 Análisis de los resultados obtenidos**

El análisis de los resultados se divide en varias fases:

- Comprobación de los resultados obtenidos.
- Comparación de los resultados obtenidos con los datos actuales.
- Aplicación de la localización a los sectores actuales de Sant Boi de Llobregat.

La primera fase consiste en corroborar la validez de los datos obtenidos con la ejecución de la Aplicación 0, es decir, comprobar el cumplimiento de las sentencias programadas.

El segundo paso consiste en comparar los valores obtenidos, con los del municipio de Sant Boi de Llobregat en particular, y con datos más universales, en general.

La tercera fase del análisis de resultados consistirá en ejecutar la Aplicación 0 sobre los sectores actuales de recogida de residuos en el municipio, tal como se verá en el siguiente capítulo.

En la última fase, se propondrán nuevos valores globales para la gestión de los residuos en el municipio de Sant Boi de Llobregat, como por ejemplo, el número total de baterías, la distancia media al usuario,...

#### **14.4.1 Análisis de la zona T36S1**

En la primera fase del análisis se ejecutará la Aplicación 0 sobre diferentes zonas del municipio de Sant Boi, que contendrán unos pocos tramos, con los que se podrá comprobar la validez de los valores y resultados obtenidos.

Las características<sup>1</sup> de esta zona son:

<b>Zona T36S1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
# Tramos	36 tramos
# Nodos	24 nodos
Longitud total de los tramos	3.073,25 metros
Población total de los tramos	6.230 habitantes
Baterías actuales	22 baterías
Contenedores actuales	71 contenedores
Sectores de la zona	Sector 1 de recogida

Tabla 14.1. Características de la zona T36S1

Todos los datos presentados en estas primeras pruebas hacen referencia, únicamente, a la fracción de rechazo, y por lo tanto, las baterías y contenedores que caracterizan a este tramo, sólo almacenan la fracción del residuo conocida como rechazo. Realmente, se efectúan pruebas con distintas distancias habitante - batería que deben ser aplicadas a cada fracción de residuo.

Esta zona de Sant Boi dispone, solamente, de tres tramos con población nula, en los que la Aplicación 0 no localizará ninguna batería. El plano de esta área se presenta a continuación, con la disposición actual de las baterías y el identificador en cada tramo.



Las distancias que se han considerado son las siguientes:

<b>Distancias para la Aplicación 0</b>
<i>Distancia máxima entre habitante y batería [m]</i>
50
75
100
125
150
250

Tabla 14.2. Distancias consideradas para la aplicación 0

Los resultados obtenidos serán comentados a medida que se presenten, analizándolos por separado y con detalle.

#### 14.4.1.1 Número de baterías necesarias

La Aplicación 0 requiere ejecutar el programa, como mínimo, con una de las heurísticas propuestas, pudiéndole asociar un proceso de mejora de la solución hasta obtener un óptimo local.

Tal y como se observará en los resultados, la disparidad entre las soluciones obtenidas aplicando las diferentes heurísticas se pone de relieve a medida que disminuye la distancia entre habitante y batería, por lo que resulta aconsejable resolver cada una de las zonas, con diferentes combinaciones de heurística y optimización local.

Los valores obtenidos son los siguientes:

<b>Número de Baterías para la Zona T36S1</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	31	27	15	10	<b>8</b>	<b>3</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	<b>30</b>	26	15	10	<b>8</b>	<b>3</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	31	27	15	10	<b>8</b>	<b>3</b>
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	33	27	15	10	<b>8</b>	<b>3</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	31	27	15	10	<b>8</b>	<b>3</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	<b>30</b>	26	15	10	<b>8</b>	<b>3</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	31	<b>25</b>	14	10	<b>8</b>	<b>3</b>
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	33	27	15	10	<b>8</b>	<b>3</b>
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>3</b>

Tabla 14.3. Número de baterías para la Zona T36S1

Debido a las reducidas dimensiones de la zona seleccionada, el número de baterías obtenido en las ejecuciones con distancias entre baterías superiores a los 250 metros ha resultado redundante, aunque en posteriores apartados podremos notar que se presentan distribuciones distintas para un mismo valor en el número de baterías propuesto.

Por el contrario, en las cuatro primeras ejecuciones de la Aplicación 0, se observa disparidad entre los valores obtenidos en una y otra solución, dependiendo de la técnica utilizada. Así pues, la técnica del MultiStart proporciona las mejores soluciones en

cualquiera de los seis casos presentados, es decir, en los valores considerados dentro del rango de distancia entre baterías comprendido entre 100 y 500 metros.

La utilización de un procedimiento de mejora mediante el descenso exhaustivo, facilita unos resultados, en este caso, de igual o mejor calidad en cuanto a reducción del número de baterías.

Actualmente, Sant Boi de Llobregat dispone de 71 contenedores asociados a esta zona, que se reparten en 22 baterías. Si la distribución de este número de baterías se hubiera determinado con la heurística de la Aplicación 0, la distancia máxima entre baterías se encontraría dentro del rango comprendido entre los 150 y los 200 metros.

La solución encontrada sólo contempla la inhibición de tramos por ausencia de población en los mismos, quedando el proceso de eliminación real de tramos con baterías para una posterior determinación.

#### **14.4.1.2 Localización de las baterías**

La Aplicación 0 suministra una salida que no sólo indica el número de baterías necesarias, sino que también facilita su ubicación en la zona, la distancia de cada batería a la batería más cercana, la distancia media entre baterías más cercanas de la zona y la cobertura en metros de cada una.

La ubicación de las baterías considerada en esta nota, pretende alejarse al máximo de los cruces, situándolas en el medio del tramo en aquéllos que sólo dispongan de una, y dejando una distancia máxima e igual por los dos lados respecto al cruce en las calles con más de una batería asociada. Estos datos que sitúan cada batería y que la Aplicación 0 proporciona son: Delta1 y Delta2: En un tramo es la distancia residual entre los extremos del mismo y la batería del tramo más cercana a ellos. En los tramos que no tengan ninguna batería asociada  $\Delta_1 = \Delta_2 = 0,00$  metros.

- DFNode y DTNode: Es la distancia de una batería a los dos nodos del tramo al cual pertenece, el primero respecto al FNode y el segundo respecto al TNode.
- IdBat: Es el identificador de la batería y contiene el tramo al cual pertenece y el número de batería dentro del tramo (1, 2, 3,...).



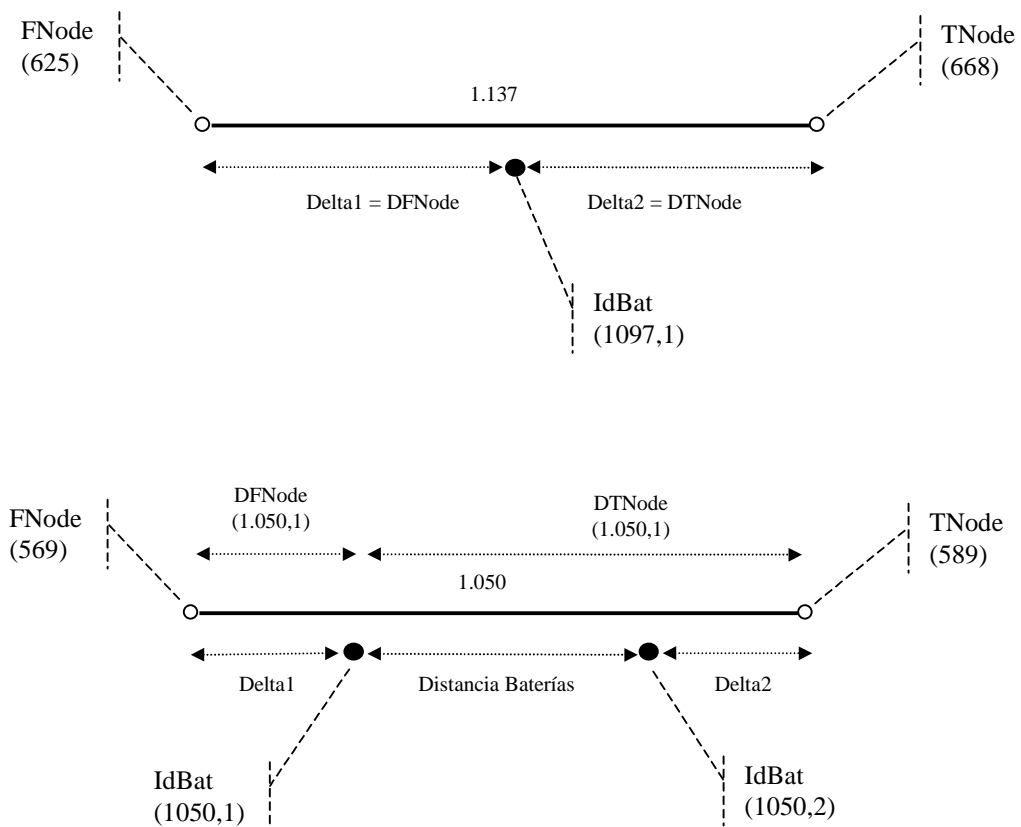


Gráfico 14.2. Definición gráfica de valores utilizados por SIRUS

#### 14.4.1.3 Distancias de baterías a nodos

Aunque la distancia entre un nodo (cruce de calles) y una batería es, a priori, un dato de poco interés comparado con la distancia entre baterías y las distancias máxima y media de un usuario a la batería más próxima, es un valor necesario para analizar el grafo resultante de la zona seleccionada.

Así pues, se ha decidido ofrecer la distancia de cualquier nodo a la batería de contenedores más cercana, indicando la distancia calculada y el identificador de la batería (IdBat).

#### 14.4.1.4 Distancias de baterías a usuarios

Estas distancias son uno de los indicadores más esperados para evaluar la calidad de las soluciones obtenidas. El valor más universal y de evaluación más sencilla, es la distancia media de un usuario residente en la zona seleccionada al contenedor (batería) más cercano.

La Aplicación 0, también determina quién es el usuario más perjudicado en cada tramo, es decir, especifica la situación del usuario más perjudicado en cada tramo, señalando la distancia que debe recorrer y las baterías más cercanas que encontrará cuando se desplace por cualquiera de los dos lados de su posición.

##### 14.4.1.4.1 Distancia media de un usuario a la batería más cercana

La distancia media de un habitante de una zona de Sant Boi de Llobregat a la batería más cercana, y por lo tanto, al contenedor más cercano, es un valor indicativo de la calidad de la solución obtenida.

Aunque no se trata de una variable de entrada, el resultado obtenido fija un recorrido medio para un habitante del municipio. La pretensión de obtener una solución partiendo de una distancia media fijada, desembocaría en una localización con unas distancias máximas a la batería más cercana muy elevadas, puesto que los usuarios que residen en tramos poco poblados tendrían el contenedor más cercano muy alejado debido a su reducido peso específico dentro de la población del municipio.

Esta variable permite notar la diversidad de soluciones obtenidas, ya que, con un mismo número de baterías, una distancia media diferente supone una distribución distinta, y por lo tanto, una nueva solución.

En la siguiente tabla se muestran las distancias medias para las soluciones obtenidas en la ejecución mencionada con anterioridad.

<b>Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T36S1 [m]</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	21,40	<b>26,32</b>	45,85	55,78	76,32	131,54
Greedy Pobl.	Des.NExh.	<b>21,18</b>	27,72	<b>45,20</b>	<b>52,96</b>	<b>60,10</b>	132,73
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	21,42	28,55	49,65	62,91	72,41	133,70
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	22,11	<b>26,32</b>	45,85	55,78	76,32	131,54
Greedy Long.	Des.Exh.	21,29	<b>26,32</b>	45,85	55,78	61,30	131,54
Greedy Pobl.	Des.Exh.	<b>21,18</b>	27,72	<b>45,20</b>	<b>52,96</b>	<b>60,10</b>	132,73
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	21,42	28,55	49,23	63,78	72,41	133,70
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	22,11	<b>26,32</b>	45,85	55,78	61,30	131,54
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	<b>21,18</b>	28,55	52,67	61,73	67,89	<b>127,76</b>

Tabla 14.4. Número de baterías para la Zona T36S1

Los resultados muestran los hechos anticipados, es decir, la localización de baterías de contenedores en una zona fijada, puede presentar distintas distribuciones con un mismo número de baterías, y por lo tanto, la distancia media de cada distribución será una característica distintiva de la misma.

Las distancias medias resultantes permiten observar la variabilidad en las soluciones del proceso MultiStart, que elige cualquiera de las mejores soluciones que calcula en sus iteraciones. Así pues, presenta soluciones intermedias en el caso de distancia entre habitante y batería de 150 metros, mientras que para los casos de 125 y 250 metros propone una solución mejor que cualquier otra.

Tampoco es constante la relación entre soluciones obtenidas con un proceso de optimización local u otro, aunque en muchos casos el resultado obtenido es el mismo, no sólo en cuanto a número de baterías, sino que también en la distribución de las mismas.

Todos los comentarios efectuados para los resultados de esta zona deben ser corroborados con otras zonas, puesto que pueden estar condicionados por las características y propiedades específicas de la zona seleccionada.

#### 14.4.1.4.2 Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana

La Aplicación 0 facilita, no sólo el usuario más perjudicado de la zona elegida, sino que también proporciona el más perjudicado en cada tramo, indicando el FNode del tramo y la posición del usuario respecto a FNode, así como los identificadores de las dos baterías más cercanas desplazándose hacia cada uno de los dos lados de la calle (IdBat1 e IdBat2).

Usuario más perjudicado	
<i>Distancia entre baterías [m]</i>	<i>Distancia máxima [m]</i>
100	50,00
150	75,00
200	99,75
250	122,50
300	148,00
500	244,25

Tabla 14.5. Usuario más perjudicado para la Zona T36S1

Se observa en los resultados, que cuanto menor es la distancia entre baterías, más se aprovecha la distancia máxima al usuario.

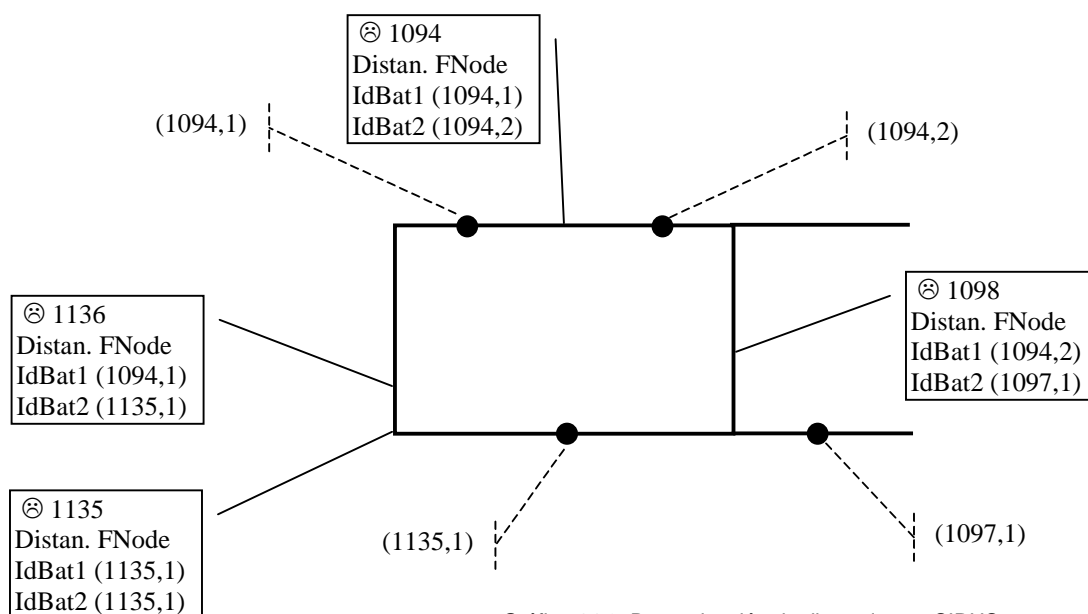


Gráfico 14.3. Determinación de distancias en SIRUS.

#### 14.4.1.4.3 Distribución de la población por la distancia recorrida

Un nuevo índice de calidad de la solución, mucho más potente e interesante si cabe, que la distancia media recorrida por un usuario, es el diagrama que distribuye la población según la distancia que debe recorrer hasta la batería de contenedores más cercana.

Este análisis de las distribuciones se restringirá a las tres mejores soluciones (en cuanto a menor número de baterías necesarias y menor distancia media) que corresponden a los casos de distancia entre habitante y batería: 50, 125 y 250 metros.

El gráfico obtenido reparte la población en grupos según la distancia recorrida hasta la batería más cercana, pudiendo escoger el intervalo de agrupación de los habitantes.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T36S1  
con distancia entre baterías de 100 metros**

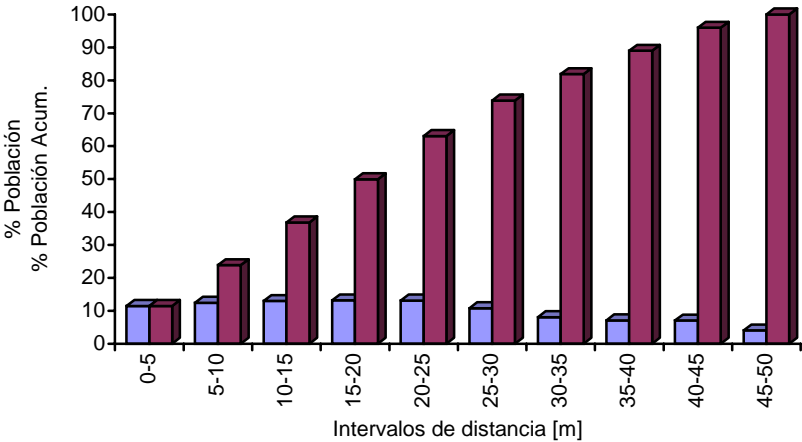


Gráfico 14.4. Distribución de la población por distancias recorridas en T36S1 con distancia entre baterías de 100 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida										
Interv.	0-5 [m]	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
% Hab.	11,44	12,41	12,97	13,15	13,11	10,77	8,03	7,09	7,01	4,01
% Acu.	11,44	23,85	36,82	49,97	63,08	73,85	81,88	88,97	95,99	100,00

Tabla 14.6. Distribución de la población por distancias recorrida

**Distribución de la población por distancia recorrida en T36S1  
con distancia entre baterías de 250 metros**

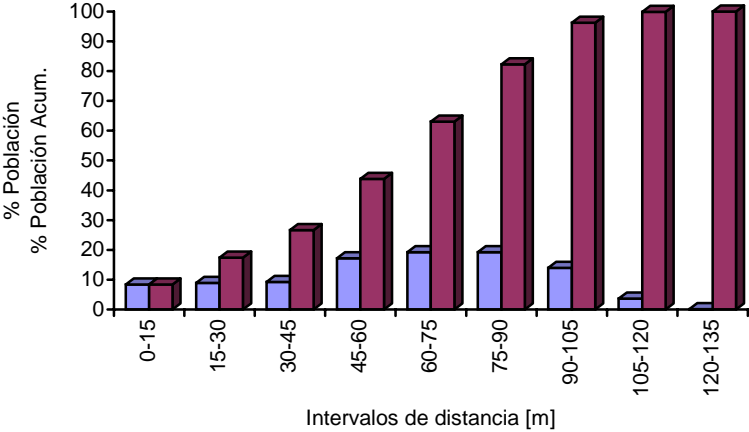


Gráfico 14.5. Distribución de la población por distancias recorridas en T36S1 con distancia entre baterías de 250 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida									
Intervalo	0-15 [m]	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135
% Habit.	8,41	8,96	9,23	17,19	19,25	19,23	13,96	3,69	0,08
% Acum.	8,41	17,37	26,60	43,79	63,03	82,26	96,23	99,92	100,00

Tabla 14.7. Distribución de la población por distancias recorrida

**Distribución de la población por distancia recorrida en T36S1 con distancia entre baterías de 500 metros**

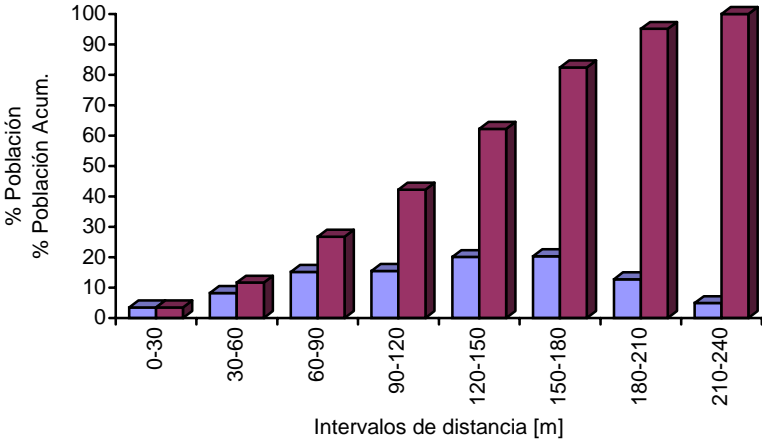


Gráfico 14.6. Distribución de la población por distancias recorridas en T36S1 con distancia entre baterías de 500 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida								
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240
% Habit.	3,42	8,19	15,14	15,44	20,02	20,27	12,68	4,85
% Acum.	3,42	11,61	26,74	42,18	62,20	82,47	95,15	100,00

Tabla 14.8. Distribución de la población por distancia recorrida

**14.4.1.5 Población asociada a una batería**

Otro índice de calidad para una gestión de residuos municipales es la población que tiene asociada cada batería, es decir, qué número de usuarios deben compartir una misma batería.

Cada usuario estará asociado a una única batería, la más cercana a él. Las baterías también dispondrán de un nuevo índice de calidad, la cobertura. Este indicador cuantifica las distancias máximas recorridas por los usuarios asignados a la batería en las diferentes direcciones que cubre.

El cálculo se ha efectuado con la misma filosofía que toda la Aplicación 0. Así pues, el resultado obtenido ofrece la población asociada a cada una de las baterías necesarias para cubrir una zona. Finalmente, el valor medio se obtiene a partir de la población total de la zona seleccionada y las baterías propuestas por cada solución.

Para las mejores soluciones de cada valor de distancia entre habitante y batería fijado, el número de habitantes por cada batería es el siguiente:

Habitantes por Batería para la Zona T36S1						
Distancia usuario	DU=50	DU=75	DU=100	DU=125	DU=150	DU=250
Habitantes por Batería	208	249	479	692	779	2.077

Tabla 14.9. Distribución de la población por distancia recorrida

Con estos valores parece muy previsible que las baterías deberán disponer de más de un contenedor en el mejor de los casos, y por lo tanto, la necesidad de cubrir la recogida de

residuos impondrá sus valores sobre las distancias máximas entre baterías y batería - usuario.

#### 14.4.1.6 Distancia media entre baterías

Con el mismo objetivo que en el caso de la distancia media entre habitante y batería, la distancia media entre baterías, pretende evaluar el grado de explotación de la distancia máxima entre baterías.

Si los valores medios obtenidos se acercan a la distancia máxima impuesta, la solución estará alejando unas baterías de otras, proponiendo soluciones dispersas, que explotan al máximo el límite permitido.

Cualquiera de las dos tendencias se puede considerar aceptable, pues la que aprovecha al máximo la distancia fijada, dispone una localización dispersa, mientras que la tendencia contraria acerca la batería al habitante de Sant Boi de Llobregat.

Las distancias medias entre baterías para cada una de las soluciones halladas se presentan en la siguiente tabla:

<b>Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T36S1 [m]</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	<b>55,08</b>	<b>87,76</b>	109,73	176,10	173,44	<b>261,83</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	61,70	90,42	120,93	171,65	192,06	331,50
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	58,82	92,70	<b>102,43</b>	159,40	180,56	400,67
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	74,20	<b>87,76</b>	109,73	176,10	173,44	<b>261,83</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	55,97	<b>87,76</b>	109,73	176,10	197,19	<b>261,83</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	61,70	90,42	120,93	171,65	192,06	331,50
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	58,82	92,70	115,29	<b>144,50</b>	180,56	400,67
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	74,20	<b>87,76</b>	109,73	176,10	197,19	<b>261,83</b>
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	61,70	92,70	126,73	173,83	<b>147,56</b>	283,33

Tabla 14.10. Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T36S1

#### 14.4.2 Análisis de la zona T54S3

Las características de esta zona son:

<b>Zona T54S3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
# Tramos	54 tramos
# Nodos	34 nodos
Longitud total de los tramos	4.503,16 metros
Población total de los tramos	7.600 habitantes
Baterías actuales	38 baterías
Contenedores actuales	87 contenedores
Sectores de la zona	Sector 3 y 4 de recogida

Tabla 14.11. Características de la Zona T54S3

Esta zona de Sant Boi dispone, solamente, de dos tramos con población nula, en los que no se localizará ninguna batería. El plano de esta área se presenta a continuación, con la

disposición actual de las baterías y el identificador en cada tramo, tal y como se representó en la zona anterior.



Gráfico 14.7. Mapa de la Zona T54S3

La Aplicación 0, como en el caso anterior, se ejecutará para las mismas distancias, obteniendo el mismo tipo de resultados.

14.4.2.1 Número de baterías necesarias

A diferencia de la ejecución de la Aplicación 0 en la zona selecciona con anterioridad (T36S1), en este caso, las soluciones obtenidas son idénticas en distancias entre habitante y batería de diferente magnitud, independientemente de la heurística y la optimización local utilizadas. Los resultados son los siguientes:

Número de Baterías para la Zona T54S3							
Heurística	Mejora	DU=50	DU=75	DU=100	DU=125	DB=300	DB=500
Greedy Long.	Des.NExh.	49	41	20	14	12	4
Greedy Pobl.	Des.NExh.	49	41	20	14	12	4
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	49	41	18	15	11	4
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	51	41	20	14	12	4
Greedy Long.	Des.Exh.	49	41	21	14	11	4
Greedy Pobl.	Des.Exh.	49	41	21	14	13	4
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	49	41	20	15	11	4
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	51	41	21	14	11	4
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	49	41	18	14	11	4

Tabla 14.12. Número de Baterías para la Zona T54S3

El resultado más sorprendente, es la reducción que sufre el número de baterías necesarias entre las distancias entre habitante y baterías de 75 y 100 metros. Por el contrario, la disminución que se produce en los otros valores no es tan notable.

Las propiedades de esta zona conllevan una menor disparidad entre los valores de las soluciones presentadas, aunque se observan diferencias notables entre los distintos procedimientos. El MultiStart sigue aportando siempre la mejor de las soluciones.

#### 14.4.2.2 Localización de las baterías

Esta nueva zona seleccionada, permite trabajar con un número superior de tramos a la vez que se experimenta con una distribución distinta con tramos de longitudes muy dispares. Los resultados permitirán observar tramos con un número mayor de baterías de contenedores asignadas.

#### 14.4.2.3 Distancias de baterías a usuarios

Tal y como se ha realizado en el caso anterior, el análisis de las distancias es completo, empezando por las medias, para después continuar con las máximas.

##### 14.4.2.3.1 Distancia media de un usuario a la batería más cercana

En la siguiente tabla se muestran las distancias medias para las mejores soluciones obtenidas en la ejecución mencionada con anterioridad.

<b>Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T54S3 [m]</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DB=300</i>	<i>DB=500</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	20,07	26,49	53,82	57,43	70,48	127,48
Greedy Pobl.	Des.NExh.	20,04	26,55	49,09	<b>54,15</b>	63,50	134,19
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	19,82	26,49	55,61	62,74	75,45	131,57
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	21,05	26,49	53,82	57,43	70,48	127,48
Greedy Long.	Des.Exh.	20,07	26,49	52,01	62,90	68,77	127,48
Greedy Pobl.	Des.Exh.	20,04	26,49	<b>46,74</b>	55,01	<b>53,42</b>	<b>108,77</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>19,45</b>	<b>26,46</b>	53,41	62,59	73,19	131,57
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	21,05	26,49	52,01	62,90	68,77	127,48
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	19,76	26,57	53,45	55,66	70,94	112,64

Tabla 14.13. Distancia media entre habitante y batería de la Zona T54S3

Los resultados muestran los hechos constatados en la primera zona seleccionada, y es que la localización de baterías de contenedores en una zona fijada, puede presentar distintas distribuciones con un mismo número de baterías. La distancia media de las diferentes soluciones es una característica distintiva de la distribución.

##### 14.4.2.3.2 Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana

En esta ocasión las distancias máximas al usuario se han aprovechado casi al cien por cien, ya que si la Aplicación 0 necesita una entrada que hace referencia a la distancia máxima entre habitante y batería, se está introduciendo, al mismo tiempo, otro parámetro escondido, la distancia máxima entre baterías.



Usuario más perjudicado	
<i>Distancia entre baterías [m]</i>	<i>Distancia máxima [m]</i>
100	50,00
150	75,00
200	99,75
250	123,00
300	150,00
500	249,00

Tabla 14.14. Usuario más perjudicado de la Zona T54S3

14.4.2.3.3 Distribución de la población por la distancia recorrida

Como en el caso anterior se reduce el número de soluciones aportadas para este apartado debido a su volumen. Las distancias entre habitante y batería consideradas para el estudio vuelven a ser las mismas: 50, 125 y 250 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida en T54S3  
con distancia entre baterías de 100 metros

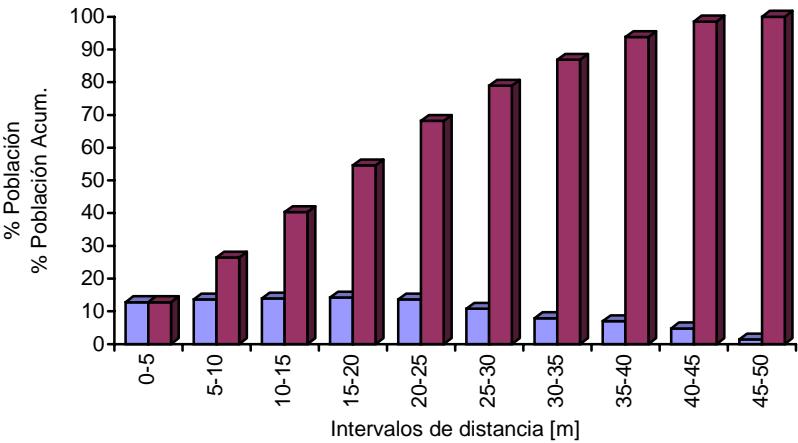


Gráfico 14.8. Distribución de la población por distancia recorrida la Zona T54S3 con distancia entre baterías de 100 metros

Distribución de la población por distancia recorrida										
<i>Interv.</i>	<i>0-5 [m]</i>	<i>5-10</i>	<i>10-15</i>	<i>15-20</i>	<i>20-25</i>	<i>25-30</i>	<i>30-35</i>	<i>35-40</i>	<i>40-45</i>	<i>45-50</i>
% Hab.	12,80	13,63	13,91	14,22	13,62	10,78	7,89	6,95	4,76	1,43
% Acu.	12,80	26,43	40,34	54,57	68,18	78,96	86,86	93,80	98,57	100,00

Tabla 14.15. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T54S3  
con distancia entre baterías de 250 metros**

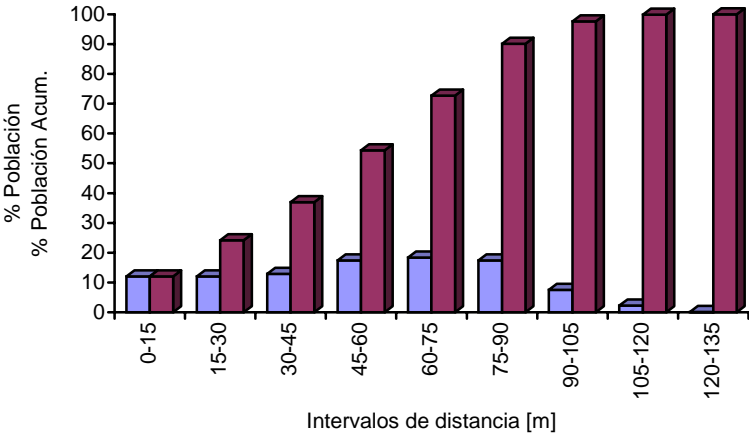


Gráfico 14.9. Distribución de la población por distancia recorrida la Zona T54S3 con distancia entre baterías de 250 metros

Distribución de la población por distancia recorrida									
Intervalo	0-15 [m]	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135
% Habit.	12,04	12,08	12,88	17,37	18,39	17,41	7,47	2,28	0,08
% Acum.	12,04	24,12	37,00	54,37	72,76	90,17	97,64	99,92	100,00

Tabla 14.16. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T54S3  
con distancia entre baterías de 500 metros**

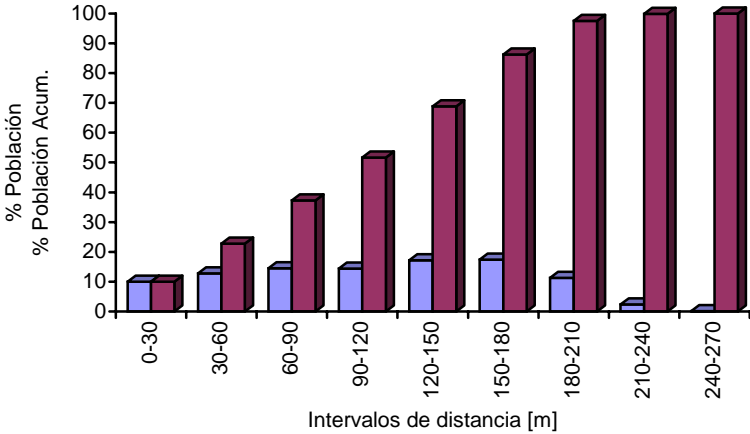


Gráfico 14.10. Distribución de la población por distancia recorrida la Zona T54S3 con distancia entre baterías de 500 metros

Distribución de la población por distancia recorrida									
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
% Habit.	9,97	12,82	14,47	14,37	17,24	17,37	11,28	2,41	0,08
% Acum.	9,97	22,79	37,26	51,63	68,87	86,24	97,51	99,92	100,00

Tabla 14.17. Distribución de la población por distancia recorrida.

#### 14.4.2.4 Población asociada a una batería

En este caso, la población considerada es superior, así como la cantidad de tramos (calles) que conforman la zona seleccionada, y por lo tanto, el número de baterías necesarias.

Así pues, los habitantes que deberán compartir una misma batería para esta segunda zona analizada, se muestran en la tabla siguiente:

<b>Habitantes por Batería para la Zona T54S3</b>						
<i>Distancia usuario</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Habitantes por Batería	155	185	422	543	691	1.900

Tabla 14.18. Habitantes por batería para la Zona T54S3.

Los resultados obtenidos en esta zona no divergen mucho de los calculados en la zona anterior, donde ya se observaba, de forma muy clara, la necesidad de disponer de más de un contenedor en cada batería. Así pues, las baterías pertenecientes a esta zona, deberán soportar un volumen de residuos diarios muy parecido, y por lo tanto, será necesario disponer más de un contenedor en la batería.

#### 14.4.2.5 Distancia media entre baterías

Las distancias medias entre baterías para cada una de las soluciones volverán a ser un indicador del aprovechamiento de los valores máximos impuestos en la ejecución de las soluciones calculadas.

En la siguiente tabla se presentan las distancias medias entre las baterías distribuidas en la segunda zona de análisis:

<b>Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T54S3 [m]</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	58,08	88,83	125,03	172,64	<b>159,17</b>	373,25
Greedy Pobl.	Des.NExh.	59,08	90,73	129,13	152,00	181,13	330,75
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>57,35</b>	88,83	131,11	135,70	181,32	316,00
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	67,75	88,83	125,03	172,64	<b>159,17</b>	373,25
Greedy Long.	Des.Exh.	58,08	88,83	127,05	136,54	187,36	373,25
Greedy Pobl.	Des.Exh.	59,08	88,83	116,19	139,82	165,77	<b>274,75</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	58,24	90,85	<b>108,32</b>	<b>133,13</b>	185,55	316,00
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	67,74	88,83	127,05	136,54	187,36	373,25
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	58,02	<b>88,71</b>	133,50	145,61	181,23	278,25

Tabla 14.19. Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T54S3.

#### 14.4.3 Análisis de la zona T45S4

Las características de esta zona son:

<b>Zona T45S4</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
# Tramos	45 tramos
# Nodos	39 nodos
Longitud total de los tramos	5.801,32 metros
Población total de los tramos	5.774 habitantes
Baterías actuales	31 baterías
Contenedores actuales	69 contenedores
Sectores de la zona	Sector 4 de recogida

Tabla 14.20. Características de la Zona T54S4.

Esta zona de Sant Boi dispone de un total de once tramos con población nula, en los que no se localizará ninguna batería. El plano de esta área se presenta a continuación, con la disposición actual de las baterías y el identificador en cada tramo.



Gráfico 14.11. Mapa de la Zona T54S4.

Así pues, esta zona se aleja de las características presentadas hasta el momento, con muchos tramos sin población y con unas propiedades peculiares. Las propiedades en cuestión, hacen referencia al aislamiento total de algunos tramos, a los que no se puede acceder puesto que no están conectados con ningún otro. Este hecho implica la imposición de una batería de contenedores a los tramos que cumplan con las condiciones declaradas y que posean algún habitante residente en el tramo.

La Aplicación 0, como en el caso anterior, se ejecutará para las mismas distancias, obteniendo como el mismo tipo de resultados.

#### 14.4.3.1 Número de baterías necesarias

A pesar de la presencia de tantos tramos con población nula, la generación aleatoria de la primera solución en el MultiStart desemboca en resultados muy parecidos a las otras heurísticas deterministas. Además, los tramos con población también presentan anomalías,

pues algunos de ellos están aislados del resto de calles, o algunos tienen un nodo muerto, es decir, un nodo con un sólo tramo emergente (callejón sin salida).

<b>Número de Baterías para la Zona T45S4</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	23	<b>21</b>	<b>19</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	23	<b>21</b>	<b>19</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>19</b>
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	23	<b>21</b>	<b>19</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	23	<b>21</b>	<b>19</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	23	<b>21</b>	<b>19</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>19</b>
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	23	<b>21</b>	<b>19</b>
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>19</b>

Tabla 14.21. Número de Baterías para la Zona T54S4.

#### 14.4.3.2 Localización de las baterías

En esta nueva zona seleccionada, el número intermedio de tramos entre las dos zonas anteriores, comporta también una necesidad de baterías acorde con los tramos seleccionados.

Como consecuencia de la peculiaridad de los tramos de esta zona, el número de baterías por tramo es superior a los necesarios en las zonas T54S3 y T36S1.

#### 14.4.3.3 Distancias de baterías a usuarios

El análisis de las distancias sigue el mismo esquema que en las dos zonas anteriores, primero distancias medias y después distancias máximas.

##### 14.4.3.3.1 Distancia media de un usuario a la batería más cercana

En la siguiente tabla se muestran las distancias medias para las todas soluciones obtenidas en la ejecución mencionada con anterioridad.

<b>Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T45S4 [m]</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	<b>21,45</b>	31,50	42,37	42,37	52,19	71,78
Greedy Pobl.	Des.NExh.	<b>21,45</b>	31,78	<b>39,70</b>	<b>39,70</b>	50,58	<b>61,44</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>21,45</b>	31,80	43,12	48,93	50,76	79,22
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	21,60	31,50	42,37	48,67	52,19	71,78
Greedy Long.	Des.Exh.	<b>21,45</b>	31,50	42,37	48,67	52,19	71,78
Greedy Pobl.	Des.Exh.	<b>21,45</b>	<b>31,26</b>	<b>39,70</b>	43,55	<b>47,58</b>	<b>61,44</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	21,60	31,80	43,12	48,93	50,76	79,22
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	21,60	31,50	42,37	48,67	52,19	71,78
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	<b>21,45</b>	31,78	41,21	45,57	50,76	74,28

Tabla 14.22. Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T54S4.

Con los resultados y el análisis de estas tres primeras zonas, se puede afirmar que la validez de una u otra heurística depende, en gran parte, de las propiedades y las características de la zona de tramos seleccionada, y por lo tanto, de la distribución de la población y la longitud de los tramos.

#### 14.4.3.3.2 Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana

En esta ocasión las distancias máximas al usuario se han aprovechado al cien por cien en las tres primeras distancias, mientras que el resto deja un margen de holgura superior.

Resulta notable la diferencia existente entre la distancia máxima impuesta en la Aplicación 0 para el caso de distancia entre baterías de 500 metros, y el resultado que coloca el habitante más perjudicado a 243,5 metros, 6,5 metros menos que los marcados como límite de lejanía respecto al contenedor más cercano.

<b>Usuario más perjudicado</b>	
<i>Distancia entre baterías [m]</i>	<i>Distancia máxima [m]</i>
100	50,00
150	75,00
200	100,00
250	124,75
300	147,00
500	243,50

Tabla 14.23. Usuario más perjudicado de la Zona T54S4.

#### 14.4.3.3.3 Distribución de la población por la distancia recorrida

Como en los casos anteriores se reduce el número de soluciones aportadas para este apartado debido a su volumen. Las distancias entre habitante y batería más próxima que se han considerado para el estudio vuelven a ser las mismas: 50, 125 y 250 metros.

Las distribuciones muestran un aspecto muy parecido al presentado en las zonas anteriores, desplazando la población un poco más cerca en promedio, hecho que no empeora la calidad de los resultados presentados.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T45S4  
con distancia entre baterías de 100 metros**

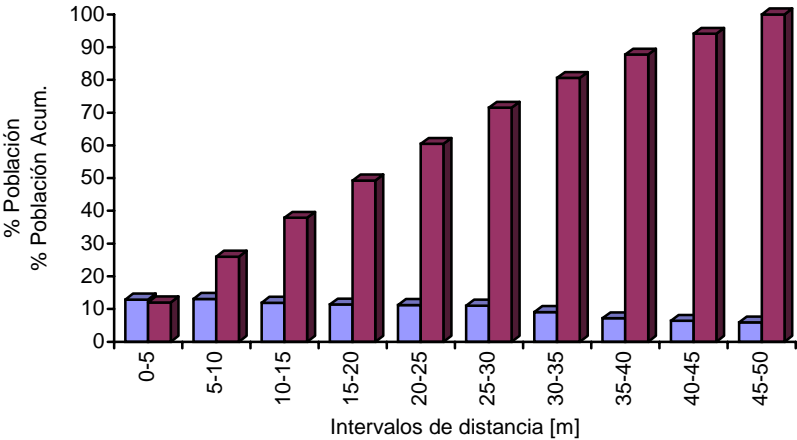


Gráfico 14.12. Distribución de la población por distancia recorrida en Zona T45S4, con distancia entre baterías de 100 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida										
Interv.	0-5 [m]	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
% Hab.	12,90	13,08	11,90	11,38	11,21	11,03	9,09	7,14	6,39	5,89
% Acu.	12,90	25,98	37,88	49,26	60,46	71,49	80,59	87,72	94,11	100,00

Tabla 14.24. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T45S4  
con distancia entre baterías de 250 metros**

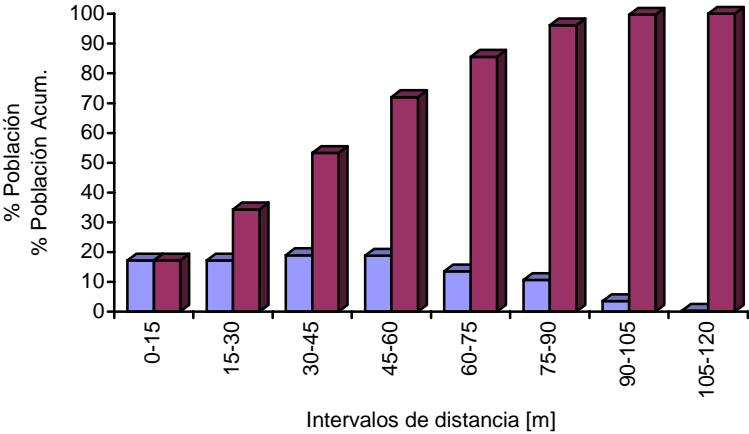


Gráfico 14.13. Distribución de la población por distancia recorrida en Zona T45S4, con distancia entre baterías de 250 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida								
Intervalo	0-15 [m]	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120
% Habit.	17,15	17,18	18,93	18,77	13,53	10,61	3,52	0,31
% Acum.	17,15	34,33	53,26	72,03	85,56	96,17	99,69	100,00

Tabla 14.25. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T45S4  
con distancia entre baterías de 500 metros**

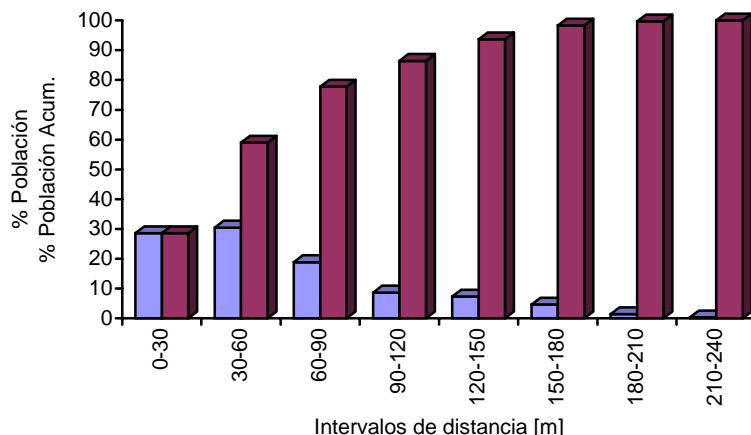


Gráfico 14.14. Distribución de la población por distancia recorrida en Zona T45S4, con distancia entre baterías de 500 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida								
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240
% Habit.	28,56	30,43	18,83	8,62	7,27	4,57	1,40	0,31
% Acum.	28,56	58,99	77,81	86,44	93,71	98,29	99,69	100,00

Tabla 14.26 Distribución de la población por distancia recorrida.

#### 14.4.3.4 Población asociada a una batería

En este caso, la población considerada es intermedia, así como la cantidad de tramos (calles) que conforman la zona seleccionada, y por lo tanto, el número de baterías necesarias.

Así pues, los habitantes que deberán compartir una misma batería para esta tercera zona analizada, se muestran en la tabla siguiente:

Habitantes por Batería para la Zona T45S4						
Distancia usuario	DU=50	DU=75	DU=100	DU=125	DU=150	DU=250
Habitantes por Batería	105	148	214	262	275	304

Tabla 14.27. Habitantes por Batería para la Zona T45S4.

Los resultados obtenidos expresan la peculiaridad de la zona seleccionada, pues a diferencia de las áreas anteriores, los valores calculados para distancias de habitante a batería superiores, muestran una disminución, provocada por los tramos aislados que requieren una batería para ellos solos.

#### 14.4.3.5 Distancia media entre baterías

Las distancias medias entre baterías para cada una de las soluciones volverán a ser un indicador del aprovechamiento de los valores máximos impuestos en la ejecución de las soluciones calculadas.



En la siguiente tabla se presentan las distancias medias entre las baterías distribuidas en la tercera zona de análisis:

<b>Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T45S4 [m]</b>							
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=75</i>	<i>DU=100</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=150</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	<b>85,34</b>	<b>130,61</b>	150,69	178,57	194,40	<b>293,00</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	<b>85,34</b>	<b>130,61</b>	154,85	<b>148,86</b>	192,80	300,50
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>85,34</b>	130,74	<b>147,88</b>	177,92	<b>192,30</b>	317,00
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	86,19	<b>130,61</b>	150,69	178,57	194,40	<b>293,00</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	<b>85,34</b>	<b>130,61</b>	150,69	178,57	194,40	<b>293,00</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	<b>85,34</b>	131,73	154,85	<b>148,86</b>	192,80	300,50
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	86,19	130,74	<b>147,88</b>	177,92	<b>192,30</b>	317,00
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	86,19	<b>130,61</b>	150,69	178,57	194,40	<b>293,00</b>
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	<b>85,34</b>	<b>133,61</b>	155,12	152,58	<b>192,30</b>	318,00

Tabla 14.28. Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T45S4.

#### 14.4.4 Análisis de la zona T88S1

Las características de esta zona son:

<b>Zona T88S1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Dimensión</i>
# Tramos	88 tramos
# Nodos	57 nodos
Longitud total de los tramos	7.124,91 metros
Población total de los tramos	12.064 habitantes
Baterías actuales	57 baterías
Contenedores actuales	156 contenedores
Sectores de la zona	Sector 1 de recogida

Tabla 14.29. Características de la Zona T88S1.

En esta zona de Sant Boi existen nueve tramos con población nula, en los que no se localizará ninguna batería. El plano de esta área se presenta a continuación, con la disposición actual de las baterías y el identificador en cada tramo.

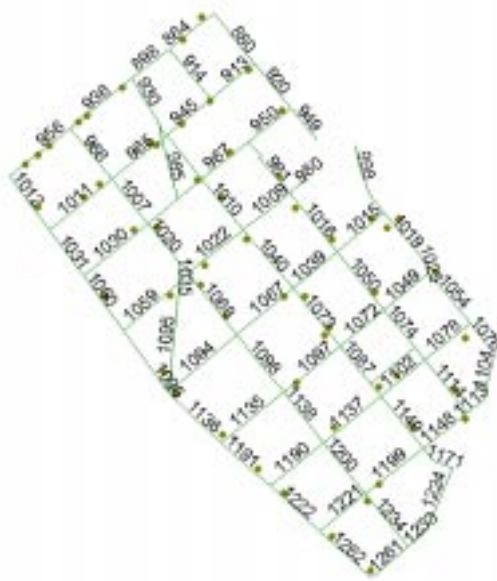


Gráfico 14.15. Mapa de la Zona T88S1.

Esta nueva zona, se englobará en un estudio a parte de las tres áreas anteriores, puesto que sus dimensiones son mucho mayores, y por lo tanto, los datos y resultados tienen un volumen superior que debe ser sintetizado. La zona T88S1 incorpora la mayoría de los tramos pertenecientes a T36S1, que en gran parte pertenecen al sector 1 de recogida actual de residuos en Sant Boi de Llobregat.

En este caso, la Aplicación 0 se ejecutará para tres de las distancias anteriores, obteniendo así, resultados comparables en el ámbito de distancias y baterías.

#### 14.4.4.1 Número de baterías necesarias

La ejecución de la Aplicación 0 para esta nueva zona, se ha restringido a tres distancias, y además, el número de iteraciones del MultiStart también se ha reducido a 4 debido al gran tiempo de ejecución necesario.

Con los resultados obtenidos con T36S1, y pensando que las propiedades de los tramos de T88S1 son parecidos, sería lógico esperar los mejores resultados con el MultiStart y con la mejora por descenso exhaustivo. Esta observación no es de obligatorio cumplimiento, puesto que los nuevos tramos que no pertenecen a la zona T36S1, pueden cambiar, por completo, las características medias y generales de la nueva zona.

<b>Número de Baterías para la Zona T88S1</b>				
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	75	23	7
Greedy Pobl.	Des.NExh.	75	23	<b>6</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	78	22	7
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	79	23	7
Greedy Long.	Des.Exh.	76	22	7
Greedy Pobl.	Des.Exh.	75	24	<b>6</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	78	<b>21</b>	7
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	78	22	7
MultiStart (4 it.)	Des.Exh.	<b>74</b>	22	<b>6</b>

Tabla 14.30. Mapa de la Zona T88S1.

#### 14.4.4.2 Localización de las baterías

A pesar del notable incremento en el número de tramos respecto a las zonas seleccionadas con anterioridad, las propiedades de los resultados obtenidos no han variado excesivamente. La técnica del MultiStart sigue presentando las mejores soluciones, exceptuando el resultado calculado con una distancia máxima entre habitante y batería de 125 metros.

La proporción de baterías necesarias ha seguido la tendencia mostrada en la zona T36S1, con una relación inferior a la batería por tramo en el caso con un mayor número de baterías necesarias para cubrir con las restricciones.

#### 14.4.4.3 Distancias de baterías a usuarios

El análisis de las distancias sigue el mismo esquema que en las zonas anteriores, presentando sólo las distancias para los casos comentados en esta nueva zona.

##### 14.4.4.3.1 Distancia media de un usuario a la batería más cercana

En la siguiente tabla se muestran las distancias medias para las mejores soluciones obtenidas en la ejecución mencionada con anterioridad.

<b>Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T88S1 [m]</b>				
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	20,48	58,53	<b>118,97</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	20,81	53,80	132,40
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	21,35	60,66	125,60
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	21,36	58,53	<b>118,97</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	<b>20,36</b>	60,30	126,97
Greedy Pobl.	Des.Exh.	20,77	<b>51,89</b>	130,22
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	21,35	61,46	125,98
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	21,55	60,30	126,97
MultiStart (4 it.)	Des.Exh.	20,95	60,40	126,33

Tabla 14.31. Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T88S1.

Las tablas para las distancias medias, que deben recorrer los habitantes de Sant Boi hasta el contenedor más cercano, siguen mostrando la diversidad de soluciones con un mismo número de baterías, aunque las diferencias sólo son importantes en los casos con distancias grandes.

#### 14.4.4.3.2 Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana

Por primera vez, se explota al máximo la distancia máxima recorrida por un usuario con un valor límite tan grande de entrada por el usuario.

El resultado obtenido también permite localizar a este habitante o conjunto de habitantes que resultan más perjudicados por la distribución, con el fin de insertar una nueva batería si se considera excesivo el valor de entrada propuesto.

Usuario más perjudicado	
<i>Distancia entre baterías [m]</i>	<i>Distancia máxima [m]</i>
100	50,00
250	124,00
500	250,00

Tabla 14.32. Usuario más perjudicado de la Zona T88S1.

#### 14.4.4.3.3 Distribución de la población por la distancia recorrida

A diferencia de los casos anteriores, se representan gráficamente las mejores soluciones de los tres casos solucionados. Las distancias entre baterías consideradas para el estudio vuelven a ser las mismas: 100, 250 y 500 metros.

El intervalo del histograma es otro parámetro de entrada que el usuario debe seleccionar en la ejecución de la Aplicación 0. Este parámetro permite visualizar la población agrupada en diferentes grupos.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1  
con distancia entre baterías de 100 metros**

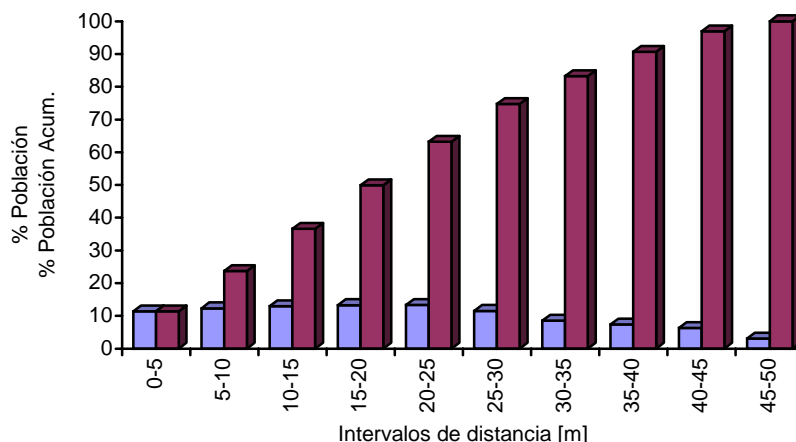


Gráfico 14.16. Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1 con distancia entre baterías de 100 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida										
Interv.	0-5 [m]	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
% Hab.	11,36	12,32	12,93	13,28	13,34	11,52	8,54	7,39	6,28	3,05
% Acu.	11,36	23,67	36,60	49,88	63,22	74,74	83,24	90,67	96,95	100,00

Tabla 14.33. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1  
con distancia entre baterías de 250 metros**

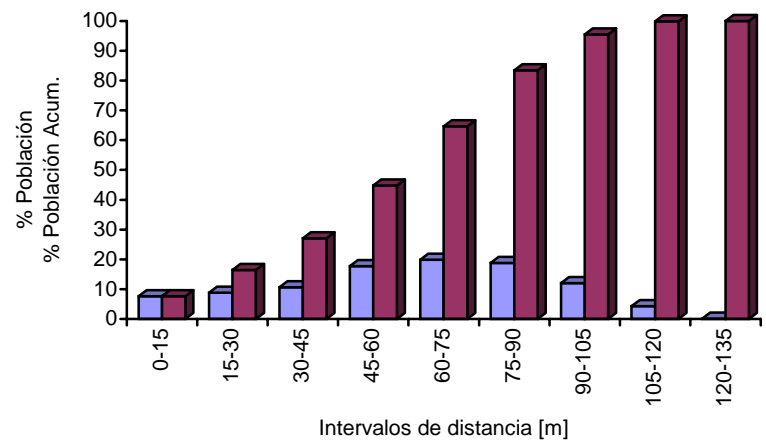


Gráfico 14.17. Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1 con distancia entre baterías de 250 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida									
Intervalo	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135
% Habit.	7,63	8,85	10,60	17,71	19,92	18,75	12,07	4,34	0,14
% Acum.	7,63	16,48	27,08	44,79	64,70	83,45	95,52	99,86	100,00

Tabla 14.34. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1  
con distancia entre baterías de 500 metros**

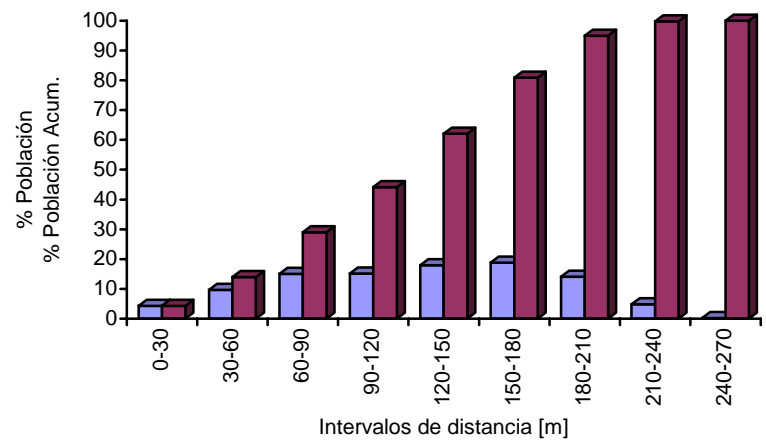


Gráfico 14.18. Distribución de la población por distancia recorrida en T88S1 con distancia entre baterías de 500 metros.

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>									
<i>Intervalo</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>	<i>180-210</i>	<i>210-240</i>	<i>240-270</i>
% Habit.	4,33	9,65	15,07	15,11	17,96	18,80	14,03	4,84	0,21
% Acum.	4,33	13,98	29,05	44,16	62,12	80,92	94,95	99,79	100,00

Tabla 14.35. Distribución de la población por distancia recorrida.

#### 14.4.4.4 Población asociada a una batería

En este caso, la población considerada es muy superior a los casos anteriores, sin embargo, y tal y como era de esperar, los habitantes que deben compartir una misma batería, y con ello, los contenedores dispuestos, permanece estable en los valores calculados en las zonas anteriores.

Así pues, los habitantes que deberán compartir una misma batería para esta nueva zona analizada, se muestran en la tabla siguiente:

<b>Habitantes por Batería para la Zona T88S1</b>			
<i>Distancia usuario</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=250</i>
Habitantes por Batería	163	574	2.011

Tabla 14.36. Distribución de la población por distancia recorrida.

Los resultados obtenidos retoman la tendencia de la primera zona analizada, aunque los resultados son relativamente más exagerados.

#### 14.4.4.5 Distancia media entre baterías

Las distancias medias entre baterías para cada una de las soluciones volverán a ser un indicador del aprovechamiento de los valores máximos impuestos en la ejecución de las soluciones calculadas.

En la siguiente tabla se presentan las distancias medias entre las baterías distribuidas en la zona T88S1:

<b>Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T88S1 [m]</b>				
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	<b>54,81</b>	148,57	288,00
Greedy Pobl.	Des.NExh.	60,40	152,76	291,92
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	64,16	<b>147,05</b>	298,36
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	67,28	148,57	288,00
Greedy Long.	Des.Exh.	54,93	154,86	<b>285,21</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	61,11	139,50	313,67
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	64,16	151,17	292,57
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	69,08	154,86	<b>285,21</b>
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	62,01	149,25	259,50

Tabla 14.37. Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T88S1.

#### 14.4.5 Análisis de la zona T122S3

Las características de esta zona son:

Zona T122S3	
Concepto	Dimensión
# Tramos	122 tramos
# Nodos	76 nodos
Longitud total de los tramos	10.116,65 metros
Población total de los tramos	18.064 habitantes
Baterías actuales	92 baterías
Contenedores actuales	218 contenedores
Sectores de la zona	Sector 3 y 4 de recogida

Tabla 14.38. Características de la Zona T122S3.

En esta zona de Sant Boi existen nueve tramos con población nula, en los que no se localizará ninguna batería. El plano de esta área se presenta a continuación, con la disposición actual de las baterías y el identificador en cada tramo.



Gráfico 14.19. Mapa de la Zona T122S3.

Esta nueva zona, se englobará, tal y como se ha efectuado con la última zona, en un estudio a parte de las tres primeras áreas, puesto que sus dimensiones son mucho mayores, y por lo tanto, los datos y resultados tienen un volumen superior que debe ser sintetizado. La zona T122S3 incorpora la mayoría de los tramos pertenecientes a T54S3, que en gran parte pertenecen al sector 3 de recogida actual de residuos en Sant Boi de Llobregat.

La Aplicación 0 se ejecutará para las mismas distancias que en la zona T88S1, obteniendo así, resultados comparables en el ámbito de distancias y baterías.

##### 14.4.5.1 Número de baterías necesarias

La ejecución de la Aplicación 0 para esta última zona de pruebas, se ha vuelto a restringir a tres distancias, y como en la zona anterior, el número de iteraciones del MultiStart también se ha reducido a 4 debido al gran tiempo de ejecución necesario.

Tal y como sucedía en la zona T88S1, que englobaba muchos tramos de una área menor (T36S1), esta última zona, también agrupa a la mayor parte de los tramos de la zona T54S3, pertenecientes al actual Sector 3 de recogida de rechazo en Sant Boi.

<b>Número de Baterías para la Zona T122S3</b>				
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	<b>107</b>	31	<b>8</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	108	30	<b>8</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	108	<b>29</b>	9
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	112	31	<b>8</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	<b>107</b>	31	9
Greedy Pobl.	Des.Exh.	108	<b>29</b>	9
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	108	<b>29</b>	9
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	112	31	9
MultiStart (4 it.)	Des.Exh.	<b>107</b>	<b>29</b>	<b>8</b>

Tabla 14.39. Número de baterías para la Zona T122S3.

El resultado obtenido es sorprendente, comparado con las soluciones calculadas hasta el momento. Aunque el MultiStart sigue aportando los mejores valores, en cuanto a reducción del número de baterías se refiere, el comportamiento del resto de las técnicas es variable, y constata la dependencia de éstas respecto a las propiedades de los tramos de la zona seleccionada.

En el último de los valores entrados, con una distancia entre habitante y batería de 500 metros, el descenso exhaustivo conduce a resultados y distribuciones con un mayor o igual número de baterías. Este hecho se repite en las cuatro ordenaciones posibles, mientras que en el resto de las pruebas, prácticamente no se había producido.

#### 14.4.5.2 Localización de las baterías

En esta nueva y última zona seleccionada, el número de tramos se aproxima a los que componen un sector completo en Sant Boi de Llobregat. Por lo tanto, los valores con los que se trabaja pueden empezar a aportar tendencias de lo que ocurrirá en la ejecución final sobre los sectores.

#### 14.4.5.3 Distancias de baterías a usuarios

El análisis de las distancias sigue el mismo esquema que en las zonas anteriores.

##### 14.4.5.3.1 Distancia media de un usuario a la batería más cercana

En la siguiente tabla se muestran las distancias medias para las mejores soluciones obtenidas en la ejecución mencionada con anterioridad.



<b>Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T122S3 [m]</b>				
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	20,12	55,04	130,22
Greedy Pobl.	Des.NExh.	20,47	<b>50,36</b>	117,49
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	19,96	60,75	132,86
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	21,08	55,04	130,22
Greedy Long.	Des.Exh.	20,12	55,79	128,73
Greedy Pobl.	Des.Exh.	20,47	52,08	<b>112,83</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>19,82</b>	60,29	130,23
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	21,08	55,79	128,73
MultiStart (4 it.)	Des.Exh.	19,89	57,42	128,42

Tabla 14.40. Distancia media entre habitante y batería para las soluciones de la Zona T122S3.

El dato de la distancia media presenta oscilaciones considerables en las soluciones que parten de grandes distancias entre habitante y batería, mientras que las variaciones se hacen despreciables cuando disminuye.

#### 14.4.5.3.2 Distancia máxima de un usuario a la batería más cercana

Las heurísticas aprovechan al máximo las distancias límites entradas, situando siempre algún habitante o alguna batería cerca de las posiciones límites, en muchas ocasiones, en los mismos puntos frontera de validez de la solución.

Este comportamiento, facilita la entrada de datos, ya que el usuario impone el valor que realmente será máximo en la ejecución de la Aplicación.

<b>Usuario más perjudicado</b>	
<i>Distancia entre baterías [m]</i>	<i>Distancia máxima [m]</i>
100	50,00
250	125,00
500	249,00

Tabla 14.41. Usuario más perjudicado.

#### 14.4.5.3.3 Distribución de la población por la distancia recorrida

Como en los casos anteriores el número de soluciones aportadas para este apartado es de tres, debido a su gran volumen de información. Las distancias entre baterías consideradas para el estudio vuelven a ser las mismas: 100, 250 y 500 metros. Como en los gráficos anteriores, los intervalos de distancias considerados, están en función de la distribución de la solución representada.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3  
con distancia entre baterías de 100 metros**

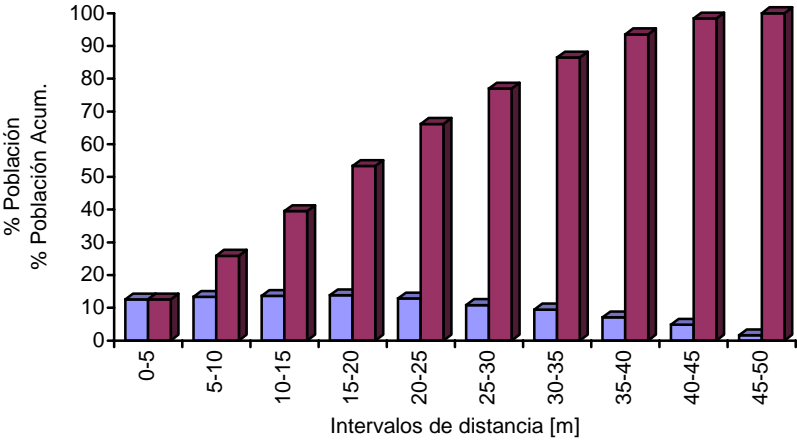


Gráfico 14.20. Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3 con distancia entre baterías de 100 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida										
Interv.	0-5 [m]	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
% Hab.	12,53	13,35	13,64	13,80	12,87	10,82	9,46	7,10	4,85	1,59
% Acu.	12,53	25,88	39,52	53,32	66,19	77,00	86,46	93,56	98,41	100,00

Tabla 14.42. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3  
con distancia entre baterías de 250 metros**

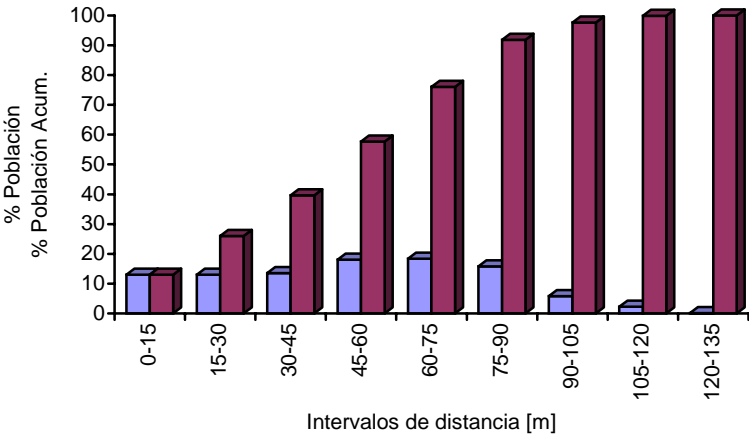


Gráfico 14.21. Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3 con distancia entre baterías de 250 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida									
Intervalo	0-15 [m]	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135
% Habit.	13,00	13,04	13,58	18,06	18,34	15,78	5,80	2,26	0,14
% Acum.	13,00	26,04	39,62	57,68	76,02	91,80	97,60	99,86	100,00

Tabla 14.43. Distribución de la población por distancia recorrida.

**Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3  
con distancia entre baterías de 500 metros**

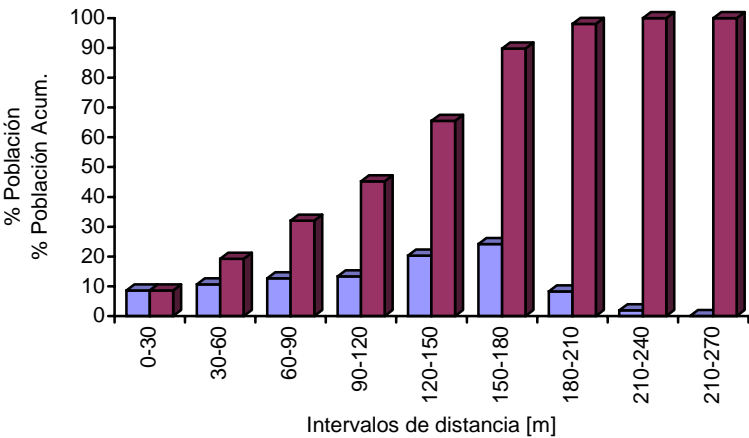


Gráfico 14.22. Distribución de la población por distancia recorrida en T122S3 con distancia entre baterías de 500 metros.

Distribución de la población por distancia recorrida									
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
% Habit.	8,58	10,67	12,71	13,31	20,30	24,19	8,31	1,91	0,02
% Acum.	8,58	19,25	31,96	45,27	65,57	89,76	98,07	99,98	100,00

Tabla 14.44. Distribución de la población por distancia recorrida.

**14.4.5.4 Población asociada a una batería**

Los habitantes que deberán compartir una misma batería para esta última zona analizada, se muestran en la tabla siguiente:

Habitantes por Batería para la Zona T122S3			
Distancia usuario	DU=50	DU=125	DU=250
Habitantes por Batería	169	623	2.258

Tabla 14.45. Habitantes por Batería para la Zona T122S3.

Los resultados obtenidos resumen la tendencia de todas las zonas anteriores, ya que para el rechazo, el valor de entrada no puede alejarse mucho de los 50 metros entre batería y habitante más perjudicado.

Es necesario recordar que los valores aportados por la Junta de Residus hace referencia a los habitantes que deben compartir un contenedor, y no una batería. Así pues, este resultado deberá ser calculado en la Aplicación 1 de SIRUS.

**14.4.5.5 Distancia media entre baterías**

Las distancias medias entre baterías para cada una de las soluciones volverán a ser un indicador del aprovechamiento de los valores máximos impuestos en la ejecución de las soluciones calculadas.

En la siguiente tabla se presentan las distancias medias entre las baterías distribuidas en la zona de análisis T122S3:

<b>Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T122S3 [m]</b>				
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>DU=50</i>	<i>DU=125</i>	<i>DU=250</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	60,10	125,00	359,81
Greedy Pobl.	Des.NExh.	63,07	<b>124,75</b>	291,44
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	59,02	154,94	287,89
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	71,21	159,94	359,81
Greedy Long.	Des.Exh.	60,10	161,89	310,72
Greedy Pobl.	Des.Exh.	63,07	162,24	<b>269,17</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	60,19	148,02	292,56
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	71,21	161,89	310,72
MultiStart (10 it.)	Des.Exh.	<b>58,89</b>	155,62	288,06

Tabla 14.46. Distancia media entre baterías para las soluciones de la Zona T122S3.

#### 14.4.6 Comparación con la distribución actual en la zona T36S1

Después de exponer los resultados obtenidos en las cinco zonas propuestas para el análisis, ahora es el momento de valorar la distribución actual con los mismos parámetros que se han obtenido de las soluciones.

La valoración efectuada es válida y proporciona resultados correctos, si bien, los datos de partida no son los deseados, pues las baterías sólo disponen de coordenadas, y no de distancias respecto a los nodos del tramo al cual pertenece.

El análisis comparativo se dividirá en partes separadas y bien definidas:

- Análisis de distancias de la distribución actual.
- Distribución de los habitantes según el recorrido realizado.
- Aplicación 0 a partir de los datos actuales.

##### 14.4.6.1 Análisis de distancias para la distribución actual de T36S1

Con un total de 22 baterías, la zona T36S1 dispone de una distribución actual que presenta los siguientes valores:

<b>Distribución actual de la zona T36S1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	22 baterías
Número de contenedores	71 contenedores
Distancia media habitante - batería	34,61 metros
Distancia máxima habitante - batería	114,00 metros
Distancia media entre baterías	59,86 metros
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros

Tabla 14.47. Distribución actual de la Zona T36S1.

Estos valores sólo pueden ser expuestos y comentados superficialmente, puesto que cualquier comparación con las pruebas realizadas resulta poco clarificadora, ya que los valores de entrada escogidos no se ajustan a los reales.

La comparación debe ser más fiable, es decir, con datos de entrada comunes como el número de baterías utilizado, la distancia máxima entre el habitante más perjudicado y su batería más cercana, o, por último, la distancia máxima entre dos baterías.

14.4.6.2 Distribución de la población en la zona T36S1

La presentación de la distribución de la población respecto al contenedor que tienen más cercano, sigue el mismo esquema que en las pruebas, es decir, un histograma que agrupa a los habitantes de Sant Boi de Llobregat según la distancia que se desplazan hasta llegar a la batería más cercana.

Aunque persiste la dificultad en la comparación de los valores actuales con los calculados en las pruebas, cabe notar que la distribución de la población en todas ellas seguía un mismo patrón, o como mínimo se dibujaba una tendencia constante para cualquier distancia entre habitante y batería fijada.

El intervalo escogido para representar el histograma deberá ser el mismo que en las posteriores comparaciones, con el fin de que resulte mucho más visual y entendedor, pudiendo identificar el porcentaje de población afectada por recorridos excesivos. El intervalo de agrupación escogido es de 20 metros.

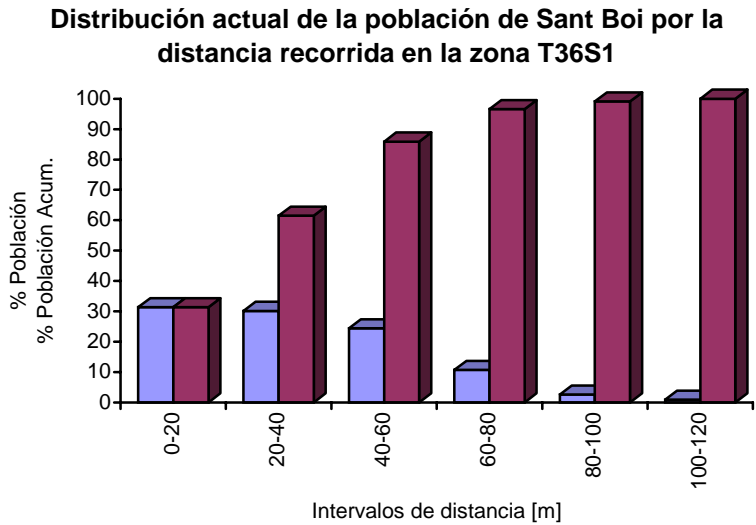


Gráfico 14.23. Distribución actual de la población por la distancia recorrida en la zona T36S1.

Distribución de la población por distancia recorrida						
Interv.	0-20 [m]	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
% Hab.	31,36	30,13	24,41	10,66	2,58	0,85
% Acu.	31,36	61,49	85,91	96,57	99,15	100,00

Tabla 14.48. Distribución de la población por distancia recorrida

La distribución es parecida a la presentada en las pruebas, si bien, como es lógico, centraliza la población más cerca de la batería respecto al origen, ya que la disposición sólo mantiene alejados a un tanto por ciento de habitantes muy bajo.

14.4.6.3 Aplicación 0 para la zona T36S1

Con el objetivo de esquematizar y presentar unos valores entendedores, la Aplicación 0 se ejecuta con tres finalidades distintas, para que la comparación respecto a la actualidad resulte total. Las tres vertientes exploradas son:

- Aplicación 0 a partir de la distancia máxima actual entre habitante y batería.
- Aplicación 0 a partir de la distancia máxima actual entre baterías.
- Aplicación 0 a partir del número de baterías actual.

#### 14.4.6.3.1 Distancia máxima actual entre habitante y batería

En esta primera ejecución de la Aplicación 0, se impone una entrada equivalente al resultado obtenido en el valor de distancia entre un habitante de la zona T36S1 de Sant Boi y el contenedor que tiene más cerca.

Para esta primera zona, la Aplicación 0 se ha desarrollado para todas las combinaciones posibles entre mejora y heurística, puesto que la dimensión del problema lo permite, sólo se analizan 36 tramos.

El valor de entrada es la distancia máxima entre habitante y batería de la zona T36S1, 114,00 metros, y los resultados expuestos son los mismos que los calculados en el análisis realizado con las pruebas iniciales.

<b>Aplicación 0 para T36S1 con DU = 114,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	11	53,22	111,00	<b>153,86</b>	190,00
Greedy Pobl.	Des.NExh.	10	53,18	111,25	171,65	218,00
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	10	60,08	<b>109,25</b>	166,80	<b>186,50</b>
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	11	53,22	111,00	<b>153,86</b>	190,00
Greedy Long.	Des.Exh.	11	53,22	111,00	<b>153,86</b>	190,00
Greedy Pobl.	Des.Exh.	10	53,18	111,25	171,65	218,00
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	10	60,08	<b>109,25</b>	166,80	<b>186,50</b>
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	11	53,22	111,00	<b>153,86</b>	190,00
<i>MultiStart (5 it.)</i>	<i>Des.Exh.</i>	<b>10</b>	<b>57,63</b>	<b>109,25</b>	164,45	<b>186,50</b>

Tabla 14.49. Aplicación 0 para T36S1 con DU=114 metros

Se observa de forma clara que, aunque no se aprovecha al cien por cien la distancia máxima entre un habitante y la batería más cercana, el número de baterías necesario se reduce a la mitad en el peor de los casos.

Evidentemente, es de esperar que la distribución de dicha población en el histograma, se aleje en conjunto, de la batería de referencia.

Esta ejecución muestra el buen funcionamiento de la Aplicación 0, ya que, aunque estos valores calculados proponen unas distancias superiores en cuanto a valores generales, queda probado, que la localización propuesta se distribuye de una forma más homogénea, llegando a todos los usuarios, y buscando la máxima igualdad en el servicio prestado.

Es necesario tabular una comparación de los resultados para ver, claramente, la disparidad existente entre ambas soluciones, la actual y la mejor solución propuesta por la Aplicación 0.

<b>Comparación de los resultados para T36S1 (entrada DU)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	22 baterías	10 baterías	-54,54%
Distancia media habitante - batería	34,61 metros	57,63 metros	+66,51%
Distancia máxima habitante - batería	114,00 metros	109,25 metros	-4,16%
Distancia media entre baterías	59,86 metros	164,45 metros	+174,72%
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros	186,50 metros	+51,62%

Tabla 14.50. Comparación de los resultados para T36S1 (entrada DU)

La distribución de la población reflejada en el histograma muestra y reafirma las suposiciones efectuadas sobre la disposición.

**Comparación de la distribución actual con la propuesta por la  
Aplicación 0 (entrada DUmáx)**

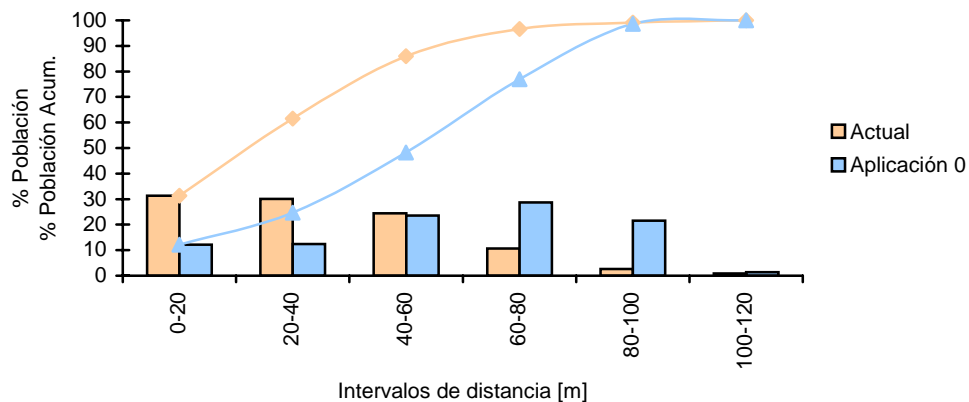


Gráfico 14.24. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0.

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>						
<i>Intervalo</i>	<i>0-20 [m]</i>	<i>20-40</i>	<i>40-60</i>	<i>60-80</i>	<i>80-100</i>	<i>100-120</i>
% Hab. actual.	31,36	30,13	24,41	10,66	2,58	0,85
% Hab. Acum. actual.	31,36	61,49	85,91	96,57	99,15	100,00
% Hab. Aplicación 0	12,20	12,44	23,59	28,75	21,61	1,41
% Hab. Acum. Aplic. 0	12,20	24,64	48,23	76,98	98,59	100,00

Tabla 14.51. Comparación de los resultados para T36S1 (entrada DU)

#### 14.4.6.3.2 Distancia máxima entre baterías

El nuevo parámetro de entrada ajustará más la comparación a realizar, puesto que la relación existente entre la distancia que hay entre dos baterías, y la distancia entre un habitante y su batería más cercana, es de 1:2, en una distribución simétrica como la propuesta por la Aplicación 0. Así pues, con una distancia entre baterías como la actual, la distribución esperada es aquella que requiere más baterías que el caso anterior, disminuye ostensiblemente todas las distancias máximas y medias, y ajusta la distribución del histograma entre las dos del apartado anterior.

<b>Aplicación 0 para T36S1 con DB = 123,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	30	<b>24,04</b>	<b>59,00</b>	88,77	<b>116,50</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	30	<b>24,04</b>	<b>59,00</b>	88,77	<b>116,50</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>29</b>	24,74	61,25	<b>85,05</b>	<b>116,50</b>
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	30	<b>24,04</b>	<b>59,00</b>	88,77	<b>116,50</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	30	<b>24,04</b>	<b>59,00</b>	88,77	<b>116,50</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	30	<b>24,04</b>	<b>59,00</b>	88,77	<b>116,50</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>29</b>	24,74	61,25	<b>85,05</b>	<b>116,50</b>
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	30	<b>24,04</b>	<b>59,00</b>	88,77	<b>116,50</b>
<i>MultiStart (5 it.)</i>	<i>Des.Exh.</i>	<b>29</b>	<i>24,74</i>	<i>61,25</i>	<b>85,05</b>	<b>116,50</b>

Tabla 14.52. Aplicación 0 para T36S1 con DB=123 metros

El resultado obtenido se podría calificar como de intermedio entre el actual y el obtenido de la primera ejecución de la Aplicación 0.

El número de baterías necesarias ha aumentado, ligeramente, hasta las 29 unidades (+31,8% respecto la distribución actual). Por el contrario, la calidad de la solución, en cuanto a servicio ofrecido, ha aumentado de manera generosa, reduciendo en 10 metros la distancia media recorrida por un habitante de Sant Boi de Llobregat hasta su batería más cercana (-28,5% respecto la distribución actual), reduciendo también, en más de 50 metros, la distancia recorrida por el usuario más perjudicado (-46,3% respecto la distribución actual).

Las distancias para las baterías son más parejas, ya que, en definitiva, han sido los valores de entrada de esta ejecución de la Aplicación 0 de SIRUS.

Los resultados comentados hasta ahora se presentan en la siguiente tabla, comparando la distribución actual con la mejor solución resultante de la ejecución completa del caso simétrico de la Aplicación 0.

<b>Comparación de los resultados para T36S1 (entrada DB)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	22 baterías	29 baterías	+31,81%
Distancia media habitante - batería	34,61 metros	24,74 metros	-28,52%
Distancia máxima habitante - batería	114,00 metros	61,25 metros	-46,27%
Distancia media entre baterías	59,86 metros	85,05 metros	+42,08%
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros	116,50 metros	-5,28%

Tabla 14.53. Comparación de los resultados para T36S1

La distribución de la población reflejada en el histograma muestra el acercamiento en la agrupación por distancias recorridas.



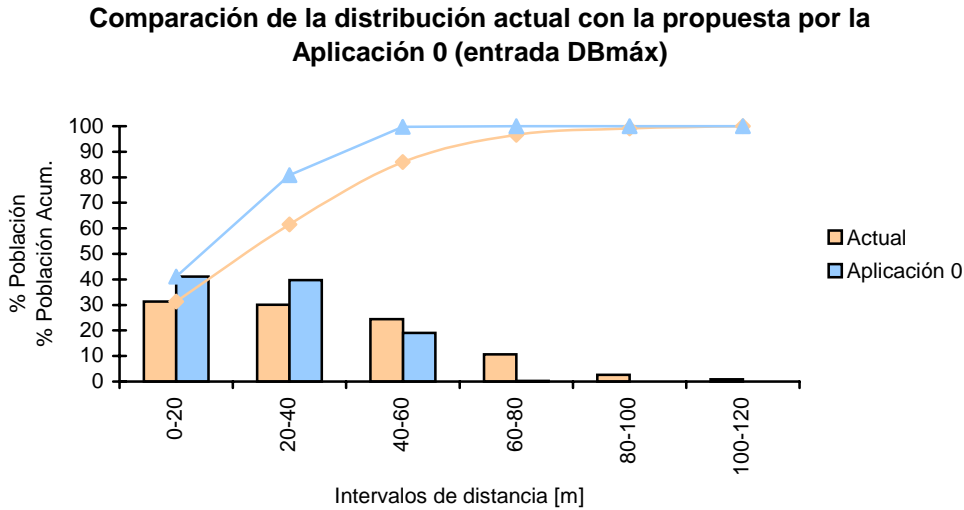


Gráfico 14.25. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (Entrada Dbmáx).

Distribución de la población por distancia recorrida						
Intervalo	0-20 [m]	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
% Hab. actual.	31,36	30,13	24,41	10,66	2,58	0,85
% Hab. Acum. actual.	31,36	61,49	85,91	96,57	99,15	100,00
% Hab. Aplicación 0	41,08	39,72	19,01	0,19	0,00	0,00
% Hab. Acum. Aplic. 0	41,08	80,80	99,81	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.54. Distribución de la población por distancia recorrida

El resultado expresa las previsiones efectuadas, y es que, la solución propuesta por la Aplicación 0 consigue una solución con una distribución más homogénea, y mejor en este caso.

**14.4.6.3.3 Número de baterías**

El nuevo parámetro de entrada es el que permite una mejor comparación entre la solución actual y las distribuciones propuestas por la Aplicación 0, ya que parte del mismo número de baterías.

En esta ocasión, se debe escoger una única técnica de cálculo, pues el método para hallar una distribución con un número de baterías fijado, se centra en una búsqueda dicotómica con entrada referente a la distancia máxima entre habitante y batería (o distancia máxima entre baterías).

La experiencia adquirida en las pruebas anteriores, propone la utilización del MultiStart con descenso exhaustivo como método de cálculo que obtiene las mejores soluciones calculadas hasta el momento.

El resultado obtenido es el siguiente:

Aplicación 0 para T36S1 con NBat = 22 baterías						
Heurística	Mejora	Baterías	DU <sub>media</sub> [m]	DU <sub>máx.</sub> [m]	DB <sub>media</sub> [m]	DB <sub>máx.</sub> [m]
MultiStart	Des.Exh.	22	31,47	89,75	100,82	132,00

Tabla 14.55. Aplicación 0 para T36S1 con Nbat=22 baterías.

La calidad de la solución encontrada es sensiblemente mejor que la actual, ya que las distancias referentes, solamente, a las baterías no marcan el grado cualitativo de una solución tanto como los valores referentes a las distancias de los habitantes de Sant Boi de Llobregat y su distribución en el histograma.

Como en las dos anteriores comparaciones, se presenta la confrontación de los datos de la solución obtenida y la actual.

<b>Comparación de los resultados para T36S1 (entrada #Bat)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i><math>\Delta</math> respecto actual</i>
Número de baterías	22 baterías	22 baterías	+0,00%
Distancia media habitante - batería	34,61 metros	31,47 metros	-9,07%
Distancia máxima habitante - batería	114,00 metros	89,75 metros	-21,27%
Distancia media entre baterías	59,86 metros	100,82 metros	+68,43%
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros	132,00 metros	+7,32%

Tabla 14.56. Comparación de los resultados para T36S1 (entrada #Bat)

En la columna de las oscilaciones se detecta una mejora importante en las distancias referentes al habitante de Sant Boi, sobretodo, en la del habitante más perjudicado de la zona seleccionada.

El aumento en las distancias medias y máximas entre baterías, puede tener una lectura positiva, en cuanto se está produciendo una dispersión de la localización de las baterías, y por lo tanto, no existe la centralización de áreas de recogida en unos pocos tramos.

La distribución de la población reflejada en el histograma muestra el acercamiento en la agrupación por distancias recorridas.

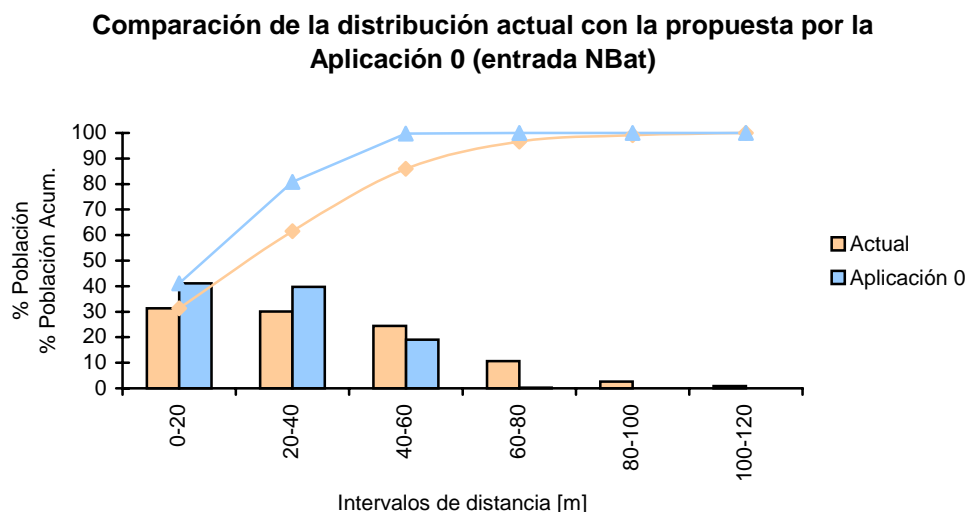


Gráfico 14.26. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (Entrada NBat).

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>						
<i>Intervalo</i>	<i>0-20 [m]</i>	<i>20-40</i>	<i>40-60</i>	<i>60-80</i>	<i>80-100</i>	<i>100-120</i>
% Hab. actual.	31,36	30,13	24,41	10,66	2,58	0,85
% Hab. Acum. actual.	31,36	61,49	85,91	96,57	99,15	100,00
% Hab. Aplicación 0	31,48	34,53	26,61	6,63	0,75	0,0
% Hab. Acum. Aplic. 0	31,48	66,00	92,62	99,25	100,00	100,00

Tabla 14.57. Distribución de la población por distancia recorrida

La igualdad es la tónica presente en esta comparación, aunque la valoración de la distribución propuesta por la Aplicación 0 resulta superior en las variables más destacadas e importantes para un sistema de gestión.

#### 14.4.7 Comparación con la distribución actual en la zona T54S3

El análisis comparativo seguirá el mismo esquema que en la zona anterior, presentando las tres partes en las que se divide el análisis desarrollado.

##### 14.4.7.1 Análisis de distancias para la distribución actual de T54S3

Las 38 baterías de la zona T54S3 presentan una distribución con las siguientes características:

<b>Distribución actual de la zona T54S3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	38 baterías
Número de contenedores	87 contenedores
Distancia media habitante - batería	35,24 metros
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros
Distancia media entre baterías	38,63 metros
Distancia máxima entre baterías	131,00 metros

Tabla 14.58. Distribución actual de la zona T54S3

Tal y como se ha comentado con anterioridad, estos valores sólo pueden ser expuestos y comentados superficialmente, puesto las comparaciones con las pruebas realizadas resultan censurables.

##### 14.4.7.2 Distribución de la población en la zona T54S3

El intervalo escogido para representar el histograma vuelve a ser de 20 metros, ampliando las agrupaciones hasta la distancia máxima característica de la distribución actual de esta zona.

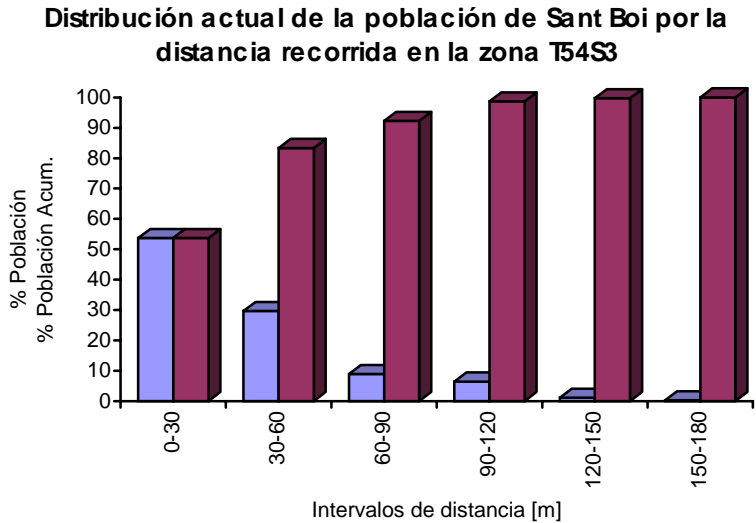


Gráfico 14.27. Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T54S3

Distribución de la población por distancia recorrida						
Interv.	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180
% Hab.	53,68	29,67	8,89	6,43	1,09	0,22
% Acu.	53,68	83,36	92,25	98,68	99,78	100,00

Tabla 14.59. Distribución de la población por la distancia recorrida

Se mantiene la tendencia descrita en la zona anterior, es decir, una centralización de los ciudadanos cerca de las baterías, aunque una pequeña minoría debe recorrer una distancia mucho más elevada en su camino hasta el contenedor asignado.

**14.4.7.3 Aplicación 0 para la zona T54S3**

El esquema utilizado para la ejecución de la Aplicación 0 en la zona anterior, vuelve a marcar la pauta en esta comparación, utilizando como valores de partida, los resultados obtenidos de la valoración de la zona T54S3.

**14.4.7.3.1 Distancia máxima actual entre habitante y batería**

La primera de las tres ejecuciones de la Aplicación 0, parte del valor de distancia máxima en la distribución actual de las baterías de la zona en cuestión. El recorrido máximo que, actualmente, debe efectuar un ciudadano de Sant Boi de Llobregat, residente en esta zona, es de 180 metros. Este valor de entrada es considerablemente más elevado que en la zona anterior, lo que hace pensar que, en el histograma, se localizará un grupo muy reducido de habitantes a esta distancia.

El desarrollo de la ejecución es idéntico al caso anterior, utilizando todas las combinaciones existentes para el caso de localización simétrica en el tramo. Por lo tanto, la Aplicación 0 se ejecutará nueve veces, con los siguientes resultados.

<b>Aplicación 0 para T54S3 con DU = 180,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	9	88,39	179,25	203,72	263,00
Greedy Pobl.	Des.NExh.	9	<b>73,57</b>	<b>178,50</b>	189,83	<b>208,00</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	9	89,22	178,75	<b>187,94</b>	238,50
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	9	88,39	179,25	203,72	263,00
Greedy Long.	Des.Exh.	9	87,24	179,25	201,61	263,00
Greedy Pobl.	Des.Exh.	9	<b>73,57</b>	<b>178,50</b>	189,83	<b>208,00</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	9	89,08	178,75	190,89	238,50
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	9	87,24	179,25	201,61	263,00
<i>MultiStart (5 it.)</i>	<i>Des.Exh.</i>	<b>7</b>	<i>87,13</i>	<i>179,00</i>	<i>195,21</i>	<i>259,00</i>

Tabla 14.60. Aplicación 0 para T54S3 con DU=180 metros

El resultado obtenido es sorprendente, ya que el valor mínimo obtenido reduce en más de 30 baterías las necesidades de la zona, con una distancia máxima idéntica a la existente en la actualidad.

Evidentemente, esta comparación, tal y como se ha comentado anteriormente, no conlleva una comparación adecuada, pues la distribución de la población en la Aplicación 0 de SIRUS es homogénea y, entonces, el porcentaje de habitantes que se encuentran a más de 90 metros será muy parecido al porcentaje de ciudadanos que se encuentran a menos de 90 metros. Por el contrario, el histograma de la distribución actual, muy probablemente, localizará a más de 100 metros del contenedor, a un porcentaje muy reducido de la población.

Otro hecho sorprendente, se halla en la misma ejecución de la Aplicación 0, ya que el MultiStart ofrece una solución mucho mejor que todas las otras, en cuanto a número de baterías necesarias se refiere. Mientras, esta reducción de los puntos de localización de las baterías, no repercute de forma negativa en un incremento de las distancias, sino que éstas se mantienen en un mismo rango.

Es necesario tabular una comparación de los resultados para ver, claramente, la disparidad existente entre ambas soluciones, la actual y la mejor solución propuesta por el MultiStart con descenso exhaustivo.

<b>Comparación de los resultados para T54S3 (entrada DU)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	38 baterías	7 baterías	-81,57%
Distancia media habitante - batería	35,24 metros	87,13 metros	+147,24%
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros	179,00 metros	-0,56%
Distancia media entre baterías	38,63 metros	195,21 metros	+405,33%
Distancia máxima entre baterías	131,00 metros	259,00 metros	+97,71%

Tabla 14.61. Comparación de los resultados para T54S3 (entrada DU)

Los resultados confirman la tendencia apuntada con anterioridad, y es que la excesiva reducción en el número de contenedores, desemboca en un alejamiento general y sustancial de la mayoría de la población de su contenedor más cercano.

La distribución de la población reflejada en el histograma muestra y reafirma las suposiciones efectuadas sobre la disposición.

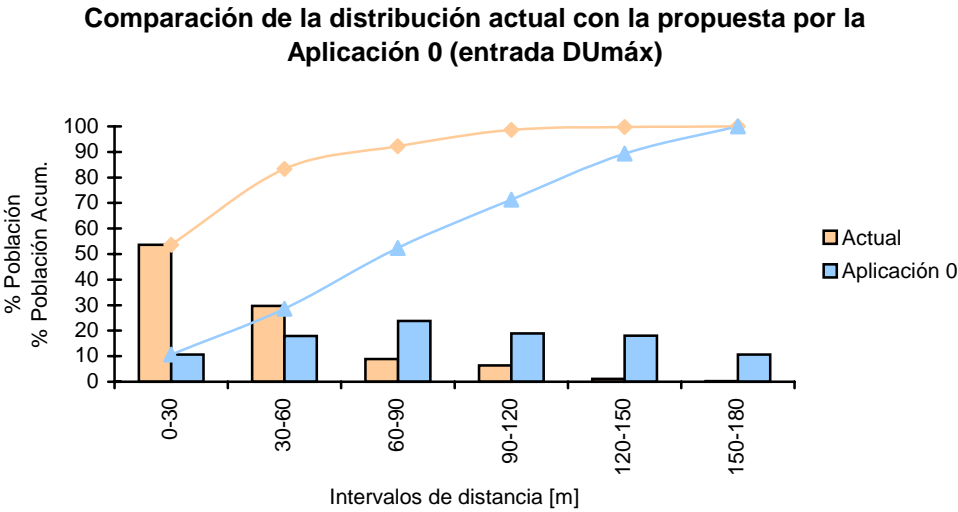


Gráfico 14.28. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DUmáx)

Distribución de la población por distancia recorrida						
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180
% Hab. actual.	53,68	29,67	8,89	6,43	1,09	0,22
% Hab. Acum. actual.	53,68	83,36	92,25	98,68	99,78	100,00
% Hab. Aplicación 0	10,61	17,95	23,87	18,92	18,00	10,66
% Hab. Acum. Aplic. 0	10,61	28,55	52,42	71,34	89,34	100,00

Tabla 14.62. Distribución de la población por distancia recorrida

14.4.7.3.2 Distancia máxima entre baterías

La segunda entrada para efectuar la comparación de esta zona, es la distancia máxima entre baterías, es decir, un valor que permite una equiparación mucho más ajustada.

A diferencia de la distancia entre habitante y batería, la distancia entre baterías permanece pareja con el de la zona anterior, variando sólo en 10 metros.

La ejecución de los mismos procedimientos heurísticos que en la zona T36S1 desencadena en unas soluciones caracterizadas por los siguientes valores.

Aplicación 0 para T54S3 con DB = 131,00 metros						
Heurística	Mejora	Baterías	DU <sub>media</sub> [m]	DU <sub>máx.</sub> [m]	DB <sub>media</sub> [m]	DB <sub>máx</sub> [m]
Greedy Long.	Des.NExh.	46	23,47	65,50	83,72	108,00
Greedy Pobl.	Des.NExh.	46	23,40	65,50	83,47	108,00
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	46	24,08	65,50	82,10	102,00
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	46	23,47	65,50	83,72	108,00
Greedy Long.	Des.Exh.	46	23,47	65,50	83,72	108,00
Greedy Pobl.	Des.Exh.	46	23,40	65,50	83,47	108,00
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	46	24,08	65,50	82,10	102,00
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	46	23,47	65,50	83,72	108,00
MultiStart (5 it.)	Des.Exh.	46	23,47	65,50	83,72	108,00

Tabla 14.63. Aplicación 0 para T54S3 con DB=131 metros

Este tipo de resultado ya se había obtenido en la fase de pruebas, donde todas las ejecuciones proponían un mismo número de baterías necesarias pero con distintas distribuciones posibles, que, para una misma ordenación eran independientes del proceso de mejora escogido.

El resultado obtenido se podría calificar, de nuevo, como intermedio entre la distribución real actual y la solución obtenida en la primera ejecución de la Aplicación 0 para esta zona.

La comparación entre la actualidad y la mejor propuesta se detalla a continuación:

<b>Comparación de los resultados para T54S3 (entrada DB)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i><math>\Delta</math> respecto actual</i>
Número de baterías	38 baterías	46 baterías	+21,05%
Distancia media habitante - batería	35,24 metros	23,40 metros	-19,07%
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros	65,50 metros	-63,61%
Distancia media entre baterías	38,63 metros	83,47 metros	+116,08%
Distancia máxima entre baterías	131,00 metros	108,00 metros	-17,56%

Tabla 14.64. Comparación de los resultados para T54S3 (entrada DB)

Como en la zona T36S1, la ejecución de la Aplicación 0 para una distancia entre baterías igual a la actual, requiere una cantidad de batería mayor, pero por el contrario, las distancias media y máxima de los ciudadanos disminuyen ostensiblemente.

**Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada DBmáx)**

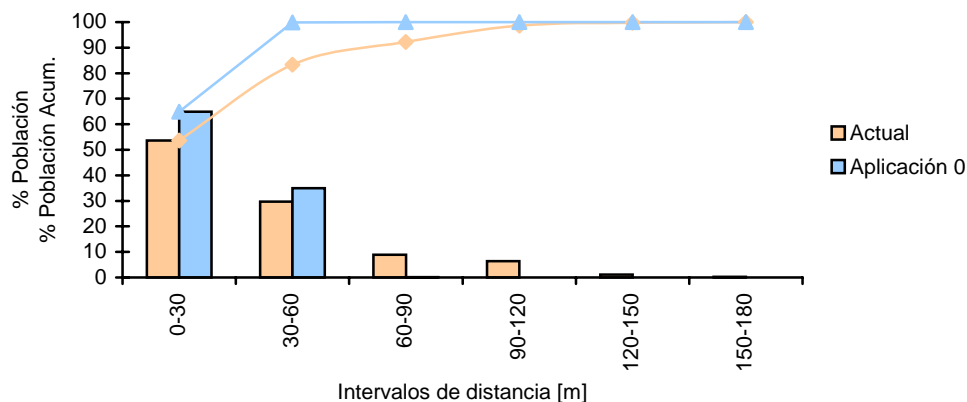


Gráfico 14.29. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DBmáx)

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>						
<i>Intervalo</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>
% Hab. actual.	53,68	29,67	8,89	6,43	1,09	0,22
% Hab. Acum. actual.	53,68	83,36	92,25	98,68	99,78	100,00
% Hab. Aplicación 0	64,87	35,01	0,12	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. Aplic. 0	64,87	99,88	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.65. Distribución de la población por distancia recorrida

Los histogramas son más parecidos entre sí que en la comparación anterior, pues la entrada de datos así lo facilita. A pesar del parecido gráfico, la solución que aporta SIRUS no

permite que ningún ciudadano recorra más de 80 metros, mientras que, actualmente, un 8% de la población está obligada a desplazarse más de 90 metros.

#### 14.4.7.3.3 Número de baterías

El último parámetro de entrada, para esta serie de ejecuciones con la zona T54S3, es el número de baterías que realmente se encuentran distribuidas sobre las calles de esta zona de Sant Boi de Llobregat.

La comparación resultará mucho más provechosa, al disponer ambas distribuciones de las mismas baterías de partida, en este caso, 38 puntos donde se ubicarán.

El resultado obtenido, para una única ejecución con el MultiStart exhaustivo, es el siguiente:

<b>Aplicación 0 para T54S3 con NBat = 38 baterías</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
MultiStart	Des.Exh.	38	28,47	80,25	93,16	120,50

Tabla 14.66. Aplicación 0 para T54S3 con Nbat=38 baterías

La calidad de la solución propuesta por la Aplicación 0 del Proyecto SIRUS ofrece una mejoría considerable e importante, en lo que se refiere a distancias recorridas por el ciudadano de Sant Boi, tanto medias como máximas. Como en las dos anteriores comparaciones, se presenta la confrontación de los datos de la solución obtenida y la actual.

<b>Comparación de los resultados para T54S3 (entrada #Bat)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	38 baterías	38 baterías	+0,00%
Distancia media habitante - batería	35,24 metros	28,47 metros	-19,21%
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros	80,25 metros	-55,42%
Distancia media entre baterías	38,63 metros	93,16 metros	+141,16%
Distancia máxima entre baterías	131,00 metros	120,50 metros	+8,02%

Tabla 14.67. Comparación de los resultados para T54S3 (entrada #Bat)

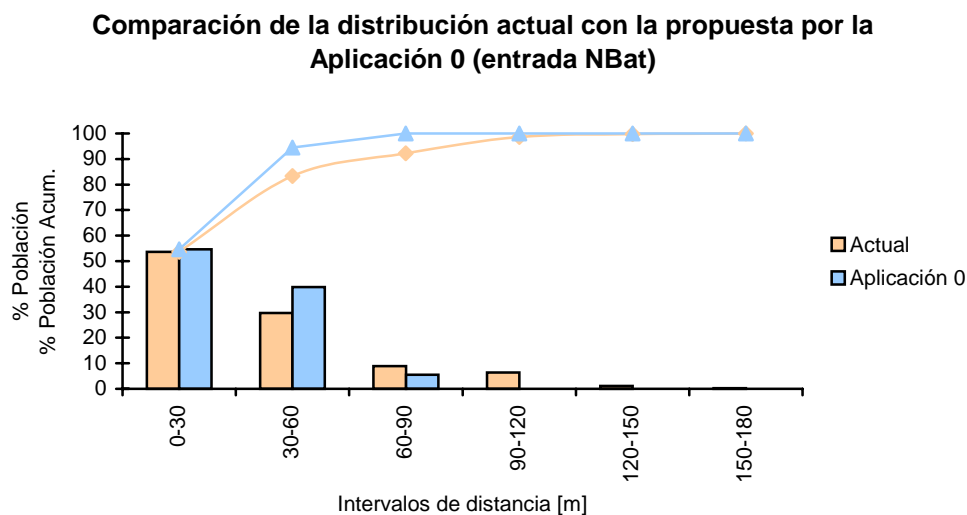


Gráfico 14.30. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada NBat)



La distribución de la población muestra la igualdad en el servicio al ciudadano que propone el Proyecto SIRUS, acercando al máximo a todos los habitantes de Sant Boi de Llobregat, sin olvidar a nadie, sea cual sea su situación dentro de las calles del municipio.

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>						
<i>Intervalo</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>
% Hab. actual.	53,68	29,67	8,89	6,43	1,09	0,22
% Hab. Acum. actual.	53,68	83,36	92,25	98,68	99,78	100,00
% Hab. Aplicación 0	54,59	39,87	5,54	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. Aplic. 0	54,59	94,46	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.68. Distribución de la población por distancia recorrida

La igualdad es la tónica presente en esta comparación, aunque la valoración de la distribución propuesta por la Aplicación 0 resulta superior en las variables más destacadas e importantes para un sistema de gestión.

#### 14.4.8 Comparación con la distribución actual en la zona T45S4

Tal y como se ha comentado en las pruebas efectuadas con esta zona, la disminución del número de tramos respecto a la anterior ejecución, es debida a la necesidad de realizar un análisis exhaustivo en esta área. El motivo principal, es la singularidad de algunos tramos, es decir, las propiedades de las calles, de esta zona T45S4, son diferentes de las del resto, y se requiere una comprobación de la validez de los resultados en esta zona.

Algunas de las propiedades de estos tramos son:

- Existen tramos aislados del resto, es decir, el grafo extraído del plano de Sant Boi no es conexo, y por lo tanto, y de manera teórica, son existen tramos inaccesibles.
- Hay baterías de contenedores asociadas a tramos que distan mucho de las mismas y que están cerca de tramos aislados.

Estas dos propiedades desembocan en una valoración de la solución que no es del todo real, ya que, sino los habitantes que residen en tramos aislados sin batería, deberían recorrer una distancia teórica infinita hasta la batería más cercana (darían vueltas al tramo aislado).

La aproximación efectuada consiste en desplazar a estos habitantes hasta el extremo más cercano a ellos del tramo con la batería más próxima. El valor obtenido resulta siempre mayor o igual al real.

A pesar de estos inconvenientes, y de la relativa validez de los resultados, se ejecuta la aplicación 0 para esta zona siguiendo el mismo esquema que en las zonas T36S1 y T54S3.

##### 14.4.8.1 Análisis de distancias para la distribución actual de T45S4

Con un total de 31 baterías, la zona T45S4 dispone de una distribución actual que presenta los siguientes valores aproximados:

<b>Distribución actual de la zona T45S4</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	31 baterías
Número de contenedores	69 contenedores
Distancia media habitante - batería	71,78 metros
Distancia máxima habitante - batería	237,00 metros
Distancia media entre baterías	37,23 metros
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros

Tabla 14.69. Distribución actual de la zona T45S4

Los valores obtenidos, sin poderlos comparar todavía, muestran la apariencia esperada en cuanto a distancias recorridas por el habitante de Sant Boi de Llobregat. La aproximación resulta poco fiable, y por lo tanto, los datos obtenidos presentan una distorsión respecto a la realidad.

#### 14.4.8.2 Distribución de la población en la zona T45S4

La distribución de la población respecto al contenedor que tienen más cercano, se desviará de la tendencia representada en las otras dos zonas, y es que la población residente en estos tramos aislados tiene un peso específico importante dentro de la zona seleccionada.

Así pues, el histograma esperado tendrá dos partes diferenciadas. La primera de ellas, centralizando la población cerca de su batería más cercana tal y como se distribuyen las baterías en la actualidad.

La segunda parte, reúne a un grupo considerable de habitantes en zonas más alejadas, hecho que no se producía con anterioridad, ya que estos grupos alejados eran muy reducidos.

El intervalo escogido para representar el histograma varía respecto a las zonas anteriores, ya que el ciudadano más alejado se encuentra a una distancia más importante. El nuevo intervalo de agrupación es de 30 metros.

**Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T45S4**

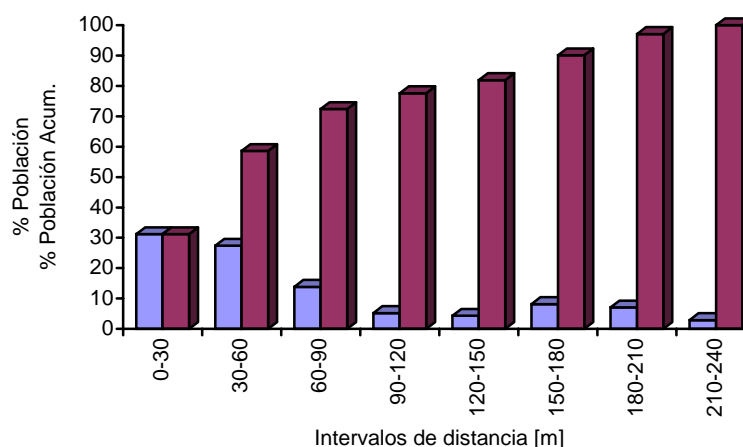


Gráfico 14.31. Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T45S4

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>	<i>180-210</i>	<i>210-240</i>
% Hab.	31,16	27,42	13,86	5,20	4,33	8,14	7,03	2,87
% Acu.	31,16	58,57	72,43	77,62	81,95	90,09	97,13	100,00

Tabla 14.70. Distribución de la población por distancia recorrida

Tal y como se había pronosticado, existe un ligero aumento de la población que se concentra lejos de su batería más cercana. Este hecho se produce como consecuencia de la aproximación efectuada en el cálculo del desplazamiento de los ciudadanos que viven en tramos que se representan como aislados en el plano de Sant Boi.

A pesar de esta hipótesis de cálculo, se observa la misma tendencia que en las dos zonas anteriores, es decir, aproximar la batería a la mayoría de la población, mientras que un tanto por ciento reducido permanece lejos del contenedor más cercano, y debe recorrer más de 100 metros.

Aunque el porcentaje de habitantes perjudicados es muy reducido, no es despreciable, pues en esta zona, por ejemplo, hay más de 1.500 ciudadanos que deben recorrer más de 100 metros, mientras que en las zonas T36S1 y T54S4 son 100 y 500, respectivamente, los ciudadanos afectados por esta deficiencia del servicio.

#### **14.4.8.3 Aplicación 0 para la zona T45S4**

La comprobación del error cometido en la aproximación realizada con los ciudadanos que viven aislados en el plano, aconseja retocar los valores de entrada en la ejecución de la Aplicación 0 de SIRUS para esta zona de análisis.

Por el contrario, el número de baterías de las soluciones que se propondrán será, previsiblemente, mayor, puesto que para atender adecuadamente a los habitantes de Sant Boi de Llobregat, la Aplicación 0 impone el mínimo de una batería para cada uno de estos tramos aislados que albergan población.

El análisis realizado sigue las pautas descritas en las dos zonas anteriores.

##### **14.4.8.3.1 Distancia máxima actual entre habitante y batería**

El valor obtenido como distancia máxima actual entre el ciudadano más perjudicado de la zona T45S4 y su batería más cercana, es uno de los valores distorsionados por la aproximación desarrollada.

Con la finalidad de reducir el impacto del error en la comparación, se ejecuta la Aplicación 0 con un valor de entrada sustancialmente menor. La reducción aplicada al valor teórico es de casi 100 metros, disminuyendo de 237 a 140 metros. El valor entrado por el usuario supera, ligeramente, las distancias máximas de las dos primeras zonas comparadas.

Los resultados obtenidos al ejecutar la Aplicación 0 con todas las alternativas posibles partiendo de una localización simétrica en el plano, son los siguientes:

<b>Aplicación 0 para T45S4 con DU = 140,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	<b>22</b>	47,03	139,00	183,17	282,50
<i>Greedy Pobl.</i>	<i>Des.NExh.</i>	<b>22</b>	<b>44,61</b>	<i>139,75</i>	<b>163,17</b>	<b>254,00</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>22</b>	51,05	<b>137,25</b>	195,58	265,00
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	<b>22</b>	47,03	139,00	183,17	282,50
Greedy Long.	Des.Exh.	<b>22</b>	47,03	139,00	183,17	282,50
Greedy Pobl.	Des.Exh.	<b>22</b>	<b>44,61</b>	139,75	<b>163,17</b>	<b>254,00</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>22</b>	51,05	<b>137,25</b>	195,58	265,00
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	<b>22</b>	47,03	139,00	183,17	282,50
MultiStart (5 it.)	Des.Exh.	<b>22</b>	47,03	139,00	183,17	282,50

Tabla 14.71. Aplicación 0 para T45S4 con DU=140 metros

El resultado en número de baterías necesarias es el mismo para todas las ejecuciones, y sólo se presentan cuatro soluciones diferentes, ya que la distribución obtenida en cada una de las diferentes ordenaciones es la misma independientemente del proceso de mejora utilizado. El proceso MultiStart también suministra una solución que coincide con la de una de las ordenaciones.

La comparación reflejada en la siguiente tabla confronta la mejor solución calculada con la localización actual de los contenedores en la zona T45S4.

<b>Comparación de los resultados para T45S4 (entrada DU)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	31 baterías	22 baterías	-29,03%
Distancia media habitante - batería	71,78 metros	44,61 metros	-37,85%
Distancia máxima habitante - batería	237,00 metros	139,75 metros	-41,03%
Distancia media entre baterías	37,23 metros	163,17 metros	+338,27%
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros	254,00 metros	+106,50%

Tabla 14.72. Comparación de los resultados para T45S4 (entrada DU)

La tendencia marcada en las anteriores comparaciones no sufre cambios, y la Aplicación 0 sigue ofreciendo mejores valores en el servicio al usuario y dispersión de baterías y contenedores en toda la zona, eliminando la concentración de puntos de recogida.

La comparación en la distribución de la población vuelve a presentar dificultades de interpretación, ya que, tal y como se ha comentado, la Aplicación 0 propone distribuciones homogéneas que, para una distancia máxima entre habitante y batería igual que la actual, desplaza un porcentaje de la población muy lejos de su contenedor más próximo.

**Comparación de la distribución actual con la propuesta por la  
Aplicación 0 (entrada DUmáx)**

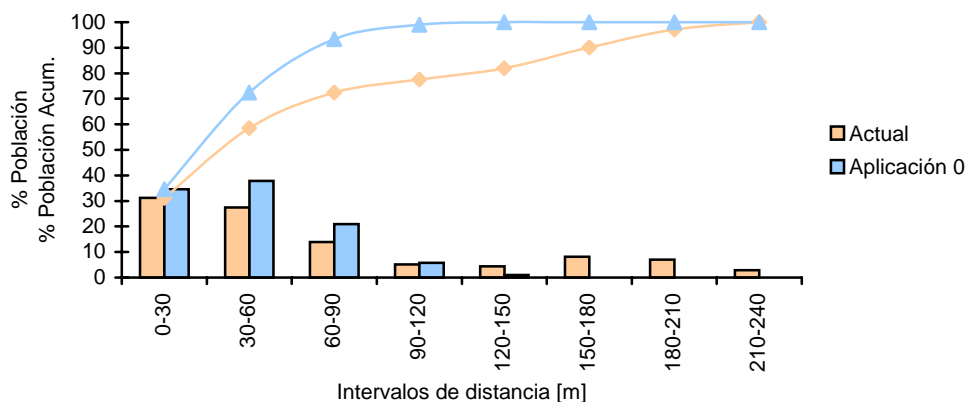


Gráfico 14.32. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DUmáx)

Distribución de la población por distancia recorrida								
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240
% Hab. act.	31,16	27,42	13,86	5,20	4,33	8,14	7,03	2,87
% Hab. Acum. act.	31,16	58,57	72,43	77,62	81,95	90,09	97,13	100,00
% Hab. A0	34,59	37,82	20,89	5,72	0,99	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. A0	34,59	72,41	93,30	99,01	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.73. Distribución de la población por distancia recorrida

#### 14.4.8.3.2 Distancia máxima entre baterías

Este resultado extraído de la distribución actual es muy semejante al de las otras zonas analizadas, y por lo tanto, no es necesario efectuar ninguna reducción en el valor de entrada, que presenta la misma distancia que en la zona T36S1.

Los resultados se obtienen de ejecutar la aplicación 0 tantas veces y con las mismas combinaciones que en el caso de la distancia máxima entre habitante y batería más cercana. Las soluciones obtenidas se presentan en la siguiente tabla.

Aplicación 0 para T45S4 con DB = 123,00 metros						
Heurística	Mejora	Baterías	$DU_{media}$ [m]	$DU_{máx.}$ [m]	$DB_{media}$ [m]	$DB_{máx}$ [m]
Greedy Long.	Des.NExh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
Greedy Pobl.	Des.NExh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
Greedy Long.	Des.Exh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
Greedy Pobl.	Des.Exh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00
MultiStart (5 it.)	Des.Exh.	43	27,16	61,50	104,82	201,00

Tabla 14.74. Aplicación 0 para T45S4 con DB=123 metros

El resultado es sorprendente, pues no sólo todas las soluciones requieren el mismo número de baterías, sino que las distancias obtenidas también son idénticas.

La igualdad de todos los valores significa que todas las soluciones propuestas son la misma, es decir, que las distribuciones propuestas en cada heurística y mejora, desembocan en una misma.

Así pues, la comparación es total, pues se enfrenta la distribución actual de las baterías de Sant Boi de Llobregat, con cualquiera de las soluciones obtenidas con la ejecución de la Aplicación 0 del Proyecto SIRUS.

<b>Comparación de los resultados para T45S4 (entrada DB)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i><math>\Delta</math> respecto actual</i>
Número de baterías	31 baterías	43 baterías	+38,71%
Distancia media habitante - batería	71,78 metros	27,16 metros	-62,16%
Distancia máxima habitante - batería	237,00 metros	61,50 metros	-74,05%
Distancia media entre baterías	37,23 metros	104,82 metros	+181,15%
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros	201,00 metros	+63,41%

Tabla 14.75. Comparación de los resultados para T45S4 (entrada DB)

Es redundante señalar la mejora de la solución de la Aplicación 0 respecto la disposición actual, en las distancias de servicio a los ciudadanos, mientras que se produce un aumento considerable de la dispersión de las baterías.

La distribución de la población reflejada en el histograma muestra el acercamiento en la agrupación por distancias recorridas.

A pesar de ejecutar la Aplicación 0 con un valor máximo de distancia entre baterías de 123 metros, el valor resultante alcanza los 201 metros, puesto que los tramos que no tienen población asociada se dan por cubiertos y no entran en la tarea de cobertura total.

Así pues, en cualquier par de baterías vecinas que disten más de 123 metros, se localizará, al menos, uno de estos tramos con población nula, que no se contabilizan a la hora de calcular la cobertura.

**Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada DBmáx)**

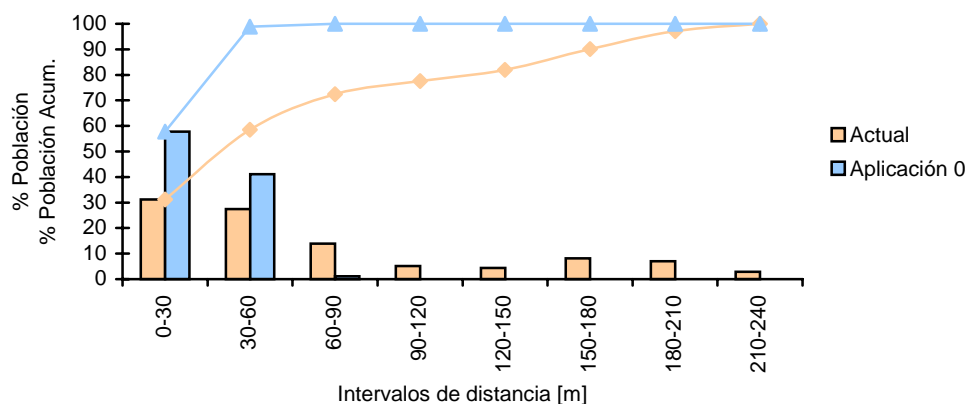


Gráfico 14.33. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada DBmax)

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>								
<i>Intervalo</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>	<i>180-210</i>	<i>210-240</i>
% Hab. act.	31,16	27,42	13,86	5,20	4,33	8,14	7,03	2,87
% Hab. Acum. act.	31,16	58,57	72,43	77,62	81,95	90,09	97,13	100,00
% Hab. A0	57,72	41,14	1,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. A0	57,72	98,86	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.76. Distribución de la población por distancia recorrida

La diferencia existente resulta muy importante, y aunque la aproximación realizada comete errores, la solución de la Aplicación 0 de SIRUS dispone de un grado de calidad mucho más elevado que la actual, en esta zona concreta de Sant Boi de Llobregat.

#### 14.4.8.3.3 Número de baterías

Como en las zonas anteriores, la última comparación es la más fiable, pues la igualdad en el número de baterías, facilita la comparación entre la distribución actual y la que propone SIRUS a través de su Aplicación 0.

La entrada actual se efectúa con 31 baterías, que se reparten por los tramos, asignando siempre una a aquellos tramos aislados con población, hecho que empeora un poco la solución propuesta.

El resultado obtenido es el siguiente, sólo calcula do con la técnica del MultiStart con descenso exhaustivo:

<b>Aplicación 0 para T45S4 con NBat = 31 baterías</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx</sub> [m]</i>
MultiStart	Des.Exh.	31	37,95	90,00	138,61	201,00

Tabla 14.77. Aplicación 0 para T45S4 con Nbat = 31 baterías

La calidad de la solución encontrada es sensiblemente mejor que la actual, ya que las distancias referentes, solamente, a las baterías no marcan el grado cualitativo de una solución tanto como los valores referentes a las distancias de los habitantes de Sant Boi de Llobregat y su distribución en el histograma.

Como en las dos anteriores comparaciones, se presenta la confrontación de los datos de la solución obtenida y la actual.

<b>Comparación de los resultados para T45S4 (entrada #Bat)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	31 baterías	31 baterías	+0,00%
Distancia media habitante - batería	71,78 metros	37,95 metros	-47,13%
Distancia máxima habitante - batería	237,00 metros	90,00 metros	-62,03%
Distancia media entre baterías	37,23 metros	138,61 metros	+272,31%
Distancia máxima entre baterías	123,00 metros	201,00 metros	+63,41%

Tabla 14.78. Comparación de los resultados para T45S4 (entrada #Bat)

Retomando los comentarios de las zonas anteriores, se pone de manifiesto la mejora en la distancia al usuario más perjudicado y las distancias medias recorridas, mientras que las baterías siguen con el proceso de dispersión.

El histograma comparativo entre la distribución propuesta y la actual se representa en el siguiente gráfico.

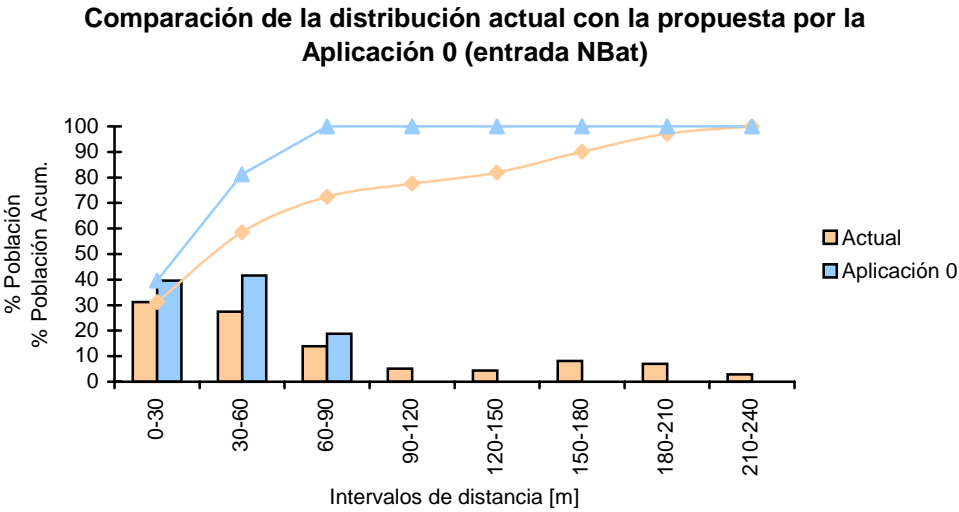


Gráfico 14.34. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la aplicación 0 (entrada Nbat)

Distribución de la población por distancia recorrida								
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240
% Hab. act.	31,16	27,42	13,86	5,20	4,33	8,14	7,03	2,87
% Hab. Acum. act.	31,16	58,57	72,43	77,62	81,95	90,09	97,13	100,00
% Hab. A0	39,56	41,63	18,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. A0	39,56	81,19	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.79. Distribución de la población por distancia recorrida

La comparación vuelve a decantarse del lado de la Aplicación 0 de SIRUS, pues limita la distancia máxima, y consigue ofrecer unos recorridos homogéneos para toda la población.

El Proyecto SIRUS sigue proponiendo soluciones acordes con uno de sus principales objetivos, el de proporcionar a Sant Boi de Llobregat, una mejora en el servicio que recibe el ciudadano. En el histograma se observa que nadie, debe recorrer más de 90 metros hasta su contenedor más próximo.

#### 14.4.9 Comparación con la distribución actual en la zona T88S1

El proceso de comparación sigue el mismo curso que el proceso de pruebas ya finalizado. Así pues, el siguiente paso es la comparación de una zona que tenga las magnitudes de: número de tramos, población, número de baterías necesarias,... , con valores parecidos a los de un sector real de Sant Boi de Llobregat.

La zona T88S1, comprende estas condiciones, ya que con 88 tramos se acerca a las dimensiones de un sector de recogida de residuos.

A diferencia de la última área analizada, los tramos de la zona T88S1 agrupan a un conjunto con características muy similares y sin las propiedades singulares que distinguían a la zona T45S4.

Con esta aclaración, el esquema a seguir para la comparación es el mismo que en los apartados anteriores.

##### 14.4.9.1 Análisis de distancias para la distribución actual de T88S1



La zona T88S1 requiere un total de 57 baterías para la distribución actual, y esta viene caracterizada por los siguientes parámetros:

<b>Distribución actual de la zona T88S1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	57 baterías
Número de contenedores	156 contenedores
Distancia media habitante - batería	31,08 metros
Distancia máxima habitante - batería	124,00 metros
Distancia media entre baterías	50,54 metros
Distancia máxima entre baterías	132,00 metros

Tabla 14.80. Distribución actual de la zona T88S1

Sin entrar en comparaciones con los resultados de las pruebas realizadas con la Aplicación 0 para esta zona, cabe notar que, en relación con la distribución actual de las otras zonas comparadas, la distancia máxima entre baterías es un valor bastante invariable en ellas, mientras que la distancia máxima entre el ciudadano más perjudicado y su batería más cercana es más variable.

#### 14.4.9.2 Distribución de la población en la zona T88S1

La distribución de la población volverá a presentar el aspecto mostrado en las dos primeras zonas comparadas, es decir, la zona T36S1 y la T54S3, eliminando así, la aglomeración surgida en la última zona comparada, la T45S4, lejos de las baterías debido a la errónea aproximación efectuada.

El intervalo de representación del histograma vuelve a ser de 20 metros, ya que la distancia máxima recorrida por un ciudadano se estabiliza de nuevo, entorno al valor máximo de los 120 metros.

**Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T88S1**

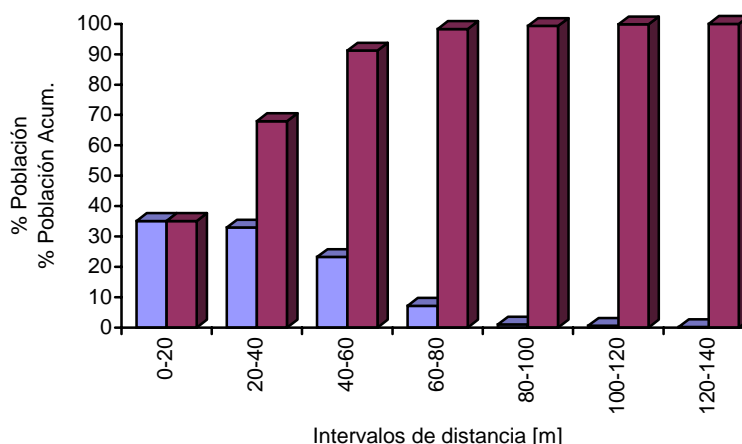


Gráfico 14.35. Distribución actual de la población de Saant Boi por la distancia recorrida en la zona T88S1

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>							
<i>Interv.</i>	<i>0-20 [m]</i>	<i>20-40</i>	<i>40-60</i>	<i>60-80</i>	<i>80-100</i>	<i>100-120</i>	<i>120-140</i>
% Hab.	35,07	32,92	23,21	7,14	1,01	0,54	0,11
% Acu.	35,07	67,99	91,20	98,34	99,35	99,89	100,00

Tabla 14.81. Distribución de la población por distancia recorrida

La distribución de esta zona seleccionada parece que conlleva un aumento en la calidad de la solución, puesto que los ciudadanos están muy cerca de su batería más cercana, aunque siguen observándose más de 100 habitantes de Sant Boi de Llobregat que deben recorrer distancias superiores a los 100 metros.

#### 14.4.9.3 Aplicación 0 para la zona T88S1

El análisis realizado sigue las pautas descritas en las zonas anteriores.

##### 14.4.9.3.1 Distancia máxima actual entre habitante y batería

A pesar de las dimensiones de la zona, la Aplicación 0 se ha ejecutado para todas las combinaciones resultantes con la disposición simétrica respecto al tramo de las baterías. Los resultados obtenidos son los siguientes:

<b>Aplicación 0 para T88S1 con DU = 124,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	23	57,77	<b>120,25</b>	154,11	200,50
Greedy Pobl.	Des.NExh.	23	53,80	121,25	152,76	201,00
<i>Greedy Den. Pobl.</i>	<i>Des.NExh.</i>	<b>20</b>	<i>62,21</i>	<i>122,50</i>	<i>168,73</i>	<i>200,50</i>
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	23	57,77	<b>120,25</b>	154,11	200,50
Greedy Long.	Des.Exh.	22	60,30	122,50	154,86	200,50
Greedy Pobl.	Des.Exh.	24	<b>51,89</b>	121,25	<b>139,50</b>	<b>183,00</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	21	61,88	122,50	147,38	195,50
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	22	60,30	122,50	154,86	200,50
MultiStart (5 it.)	Des.Exh.	21	58,72	123,50	149,43	199,00

Tabla 14.82. Aplicación 0 para T88S1 con DU=124 metros

El resultado es totalmente contrapuesto al de la zona T45S4, donde cualquier combinación ejecutada comportaba la misma distribución. En este caso, las soluciones son dispares, tanto en el número de baterías, como en la distribución propuesta para localizaciones con el mismo número de baterías requerido.

La comparación reflejada en la siguiente tabla confronta la mejor solución calculada con la localización actual de los contenedores en la zona T88S1.

<b>Comparación de los resultados para T88S1 (entrada DU)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	57 baterías	20 baterías	-64,91%
Distancia media habitante - batería	31,08 metros	62,21 metros	+100,16%
Distancia máxima habitante - batería	124,00 metros	122,50 metros	-1,21%
Distancia media entre baterías	50,54 metros	168,73 metros	+233,85%
Distancia máxima entre baterías	132,00 metros	200,50 metros	+51,89%

Tabla 14.83. Comparación de los resultados para T88S1 (entrada DU)

La reducción en el número de baterías se pone de relieve a medida que aumenta la cantidad de tramos de la zona, y sobretodo, cuando las propiedades de estos no presentan singularidades como las de la zona T45S4.

Con casi el doble de tramos, la zona T88S1 requiere menos de la mitad de las baterías dispuestas en la zona T45S4 a este nivel de comparación de distancias entre habitante más perjudicado y batería más cercana.

Evidentemente, la reducción en el número de baterías y la distribución simétrica que plantea la Aplicación 0, desembocarán en un histograma con un gran porcentaje de la población recorriendo más de 60 metros, mientras que la disposición actual, muy posiblemente, reunirá a más del 70% del total de población de esta zona T88S1, a menos distancia de los mismos 60 metros.

Los histogramas resultantes de esta comparación inicial se representan a en el siguiente gráfico:

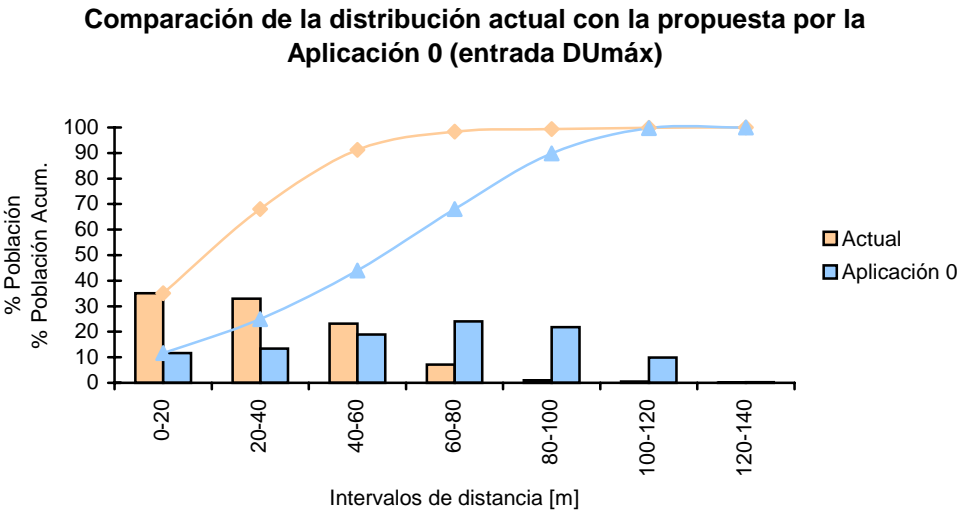


Gráfico 14.36. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada Dumáx)

Distribución de la población por distancia recorrida							
Intervalo	0-20 [m]	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140
% Hab. act.	35,07	32,92	23,21	7,14	1,01	0,54	0,11
% Hab. Acum. act.	35,07	67,99	91,20	98,34	99,35	99,89	100,00
% Hab. A0	11,63	13,36	18,98	24,06	21,76	9,93	0,28
% Hab. Acum. A0	11,63	24,99	43,97	68,03	89,79	99,72	100,00

Tabla 14.84. Distribución de la población por distancia recorrida

**14.4.9.3.2 Distancia máxima entre baterías**

Este resultado extraído de la distribución actual es muy semejante al de las otras zonas analizadas, y por lo tanto, no es necesario efectuar ninguna reducción en el valor de entrada, que presenta la misma distancia que en la zona T36S1.

Los resultados se obtienen de ejecutar la Aplicación 0 tantas veces, y con las mismas combinaciones, que en el caso de la distancia máxima entre habitante y batería más cercana. Las soluciones obtenidas se presentan en la siguiente tabla.

<b>Aplicación 0 para T88S1 con DB = 132,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	70	24,42	<b>66,00</b>	79,92	<b>104,00</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	71	<b>23,65</b>	<b>66,00</b>	80,16	<b>104,00</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>69</b>	24,69	<b>66,00</b>	78,36	124,50
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	70	24,42	<b>66,00</b>	79,92	<b>104,00</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	70	24,42	<b>66,00</b>	79,92	<b>104,00</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	71	<b>23,65</b>	<b>66,00</b>	80,16	<b>104,00</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>69</b>	24,74	<b>66,00</b>	<b>76,94</b>	<b>104,00</b>
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	70	24,42	<b>66,00</b>	79,92	<b>104,00</b>
<i>MultiStart (5 it.)</i>	<i>Des.Exh.</i>	<b>69</b>	<i>24,46</i>	<b>66,00</b>	<i>76,99</i>	<i>124,50</i>

Tabla 14.85. Aplicación 0 para T88S1 con DB=132 metros

La variedad vuelve a aparecer entre las diferentes ejecuciones de la Aplicación 0 de SIRUS, es decir, los procedimientos de localización propuestos generan soluciones distintas en cuanto a número de baterías y disposición de las mismas en el plano.

Tal y como se viene efectuando en estos apartados de comparación, se selecciona la mejor de las propuestas para contrastar los resultados alcanzados con los actuales.

<b>Comparación de los resultados para T88S1 (entrada DB)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	57 baterías	69 baterías	+21,05%
Distancia media habitante - batería	31,08 metros	24,46 metros	-21,30%
Distancia máxima habitante - batería	124,00 metros	66,00 metros	-46,77%
Distancia media entre baterías	50,54 metros	76,99 metros	+52,33%
Distancia máxima entre baterías	132,00 metros	124,50 metros	-5,68%

Tabla 14.86. Comparación de los resultados para T88S1 (entrada DB)

Cuando el valor de entrada es la distancia actual máxima entre dos baterías, el resultado siempre propone un número de baterías más elevado, pero, en contra partida, reduce las distancias que debe recorrer el ciudadano de manera importante.

La distribución de la población se refleja en el siguiente histograma.

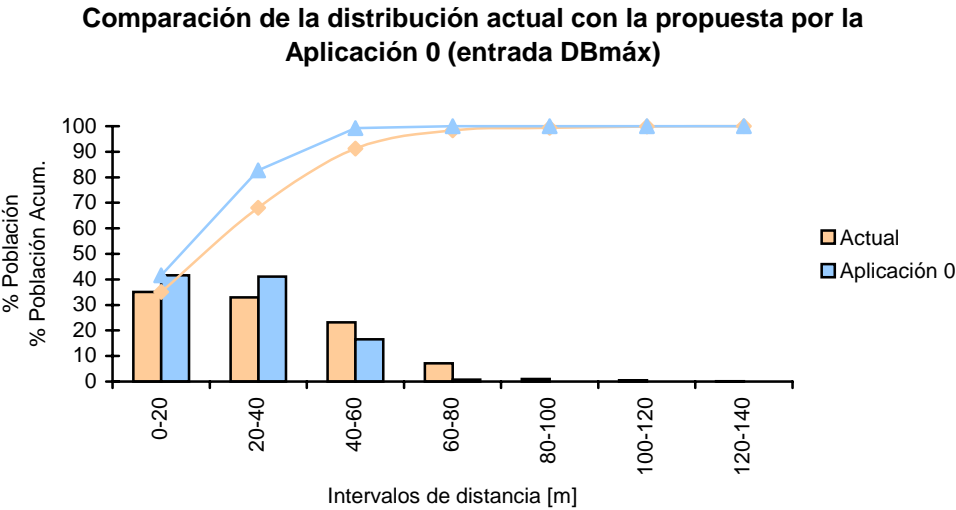


Gráfico 14.37. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada DBmáx)

Distribución de la población por distancia recorrida							
Intervalo	0-20 [m]	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140
% Hab. act.	35,07	32,92	23,21	7,14	1,01	0,54	0,11
% Hab. Acum. act.	35,07	67,99	91,20	98,34	99,35	99,89	100,00
% Hab. A0	41,59	41,12	16,57	0,72	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. A0	41,59	82,71	99,28	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.87. Distribución de la población por distancia recorrida

14.4.9.3.3 Número de baterías

La última de las entradas, como en los casos anteriores, vuelve a ser el número de baterías que la zona seleccionada dispone en la actualidad.

El resultado del MultiStart es el siguiente:

Aplicación 0 para T88S1 con NBat = 57 baterías						
Heurística	Mejora	Baterías	$DU_{media} [m]$	$DU_{máx.} [m]$	$DB_{media} [m]$	$DB_{máx} [m]$
MultiStart	Des.Exh.	57	29,45	79,50	90,24	132,00

Tabla 14.88. Aplicación 0 para T88S1 con Nbat = 57 baterías

La única solución propuesta permite aumentar la calidad de la distribución actual, y por lo tanto, el ciudadano de Sant Boi dispone de un mejor servicio en lo que se refiere a los desplazamientos. En la siguiente tabla se presenta la confrontación de los datos de la solución del MultiStart y la actual.

<b>Comparación de los resultados para T88S1 (entrada #Bat)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	57 baterías	57 baterías	+0,00%
Distancia media habitante - batería	31,08 metros	29,45 metros	-5,24%
Distancia máxima habitante - batería	124,00 metros	79,50 metros	-35,89%
Distancia media entre baterías	50,54 metros	90,24 metros	+78,55%
Distancia máxima entre baterías	132,00 metros	132,00 metros	+0,00%

Tabla 14.89. Comparación de los resultados para T88S1 (entrada #Bat)

El histograma comparativo entre la distribución propuesta y la actual se representa en el siguiente gráfico.

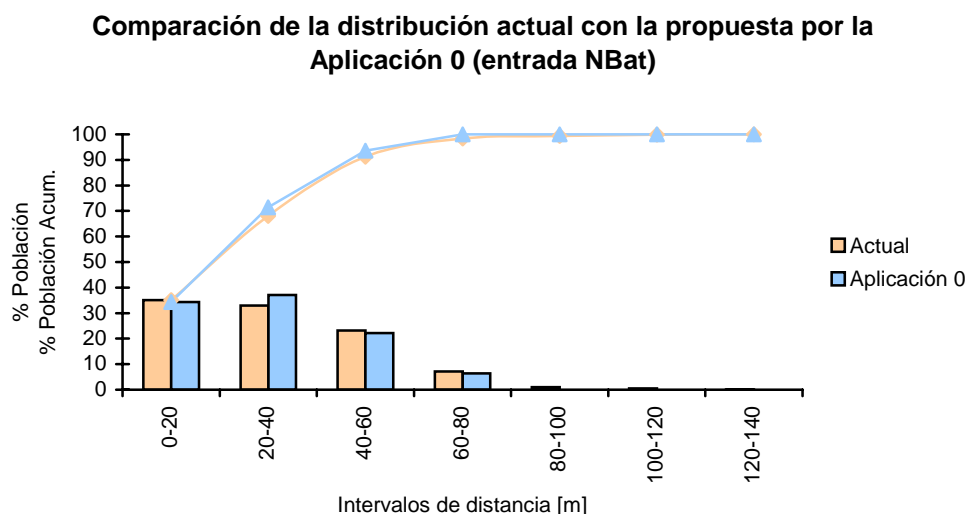


Gráfico 14.38. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada NBat)

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>							
<i>Intervalo</i>	<i>0-20 [m]</i>	<i>20-40</i>	<i>40-60</i>	<i>60-80</i>	<i>80-100</i>	<i>100-120</i>	<i>120-140</i>
% Hab. act.	35,07	32,92	23,21	7,14	1,01	0,54	0,11
% Hab. Acum. act.	35,07	67,99	91,20	98,34	99,35	99,89	100,00
% Hab. A0	34,28	37,09	22,21	6,42	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. A0	34,28	71,37	93,58	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.90. Distribución de la población por distancia recorrida

La distribución propuesta por la Aplicación 0 se superpone, prácticamente, con la actual de esta zona, y sólo puede mejorarla, acercando a un centenar de ciudadanos que se encuentran a distancias más lejanas.

#### 14.4.10 Comparación con la distribución actual en la zona T122S3

La zona T122S3 es la última área de comparación, en la que, tal y como ocurría con las pruebas, es el paso previo al análisis de los sectores actuales de recogida de rechazo en Sant Boi de Llobregat.

Esta zona, por su ubicación y características, podría ser un nuevo sector de recogida en el caso de que estos se reubicaran dentro del plano del municipio.

A pesar de la dificultad en el cálculo de todos los procedimientos, debida al tiempo de ejecución que comporta, el tratamiento de la comparación es el mismo del resto de las zonas analizadas.

#### 14.4.10.1 Análisis de distancias para la distribución actual de T122S3

Las 92 baterías que se localizan en la zona T122S3 de Sant Boi de Llobregat, generan unos parámetros que caracterizan el resultado actual con los siguientes valores propios del análisis comparativo desarrollado.

<b>Distribución actual de la zona T122S3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	92 baterías
Número de contenedores	218 contenedores
Distancia media habitante - batería	32,95 metros
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros
Distancia media entre baterías	37,96 metros
Distancia máxima entre baterías	117,00 metros

Tabla 14.91. Distribución actual de la zona T122S3

La distancia máxima de usuario condicionará la comparación, pues coincide con la de una de las zonas ya analizada, lo que hace suponer, que este mismo ciudadano o conjunto de habitantes, han sido incluidos de nuevo en la zona T122S3.

#### 14.4.10.2 Distribución de la población en la zona T122S3

El intervalo de presentación del histograma vuelve a ampliarse hasta los 30 metros, por la circunstancia ya comentada de los 180 metros de recorrido máximo del ciudadano más perjudicado.

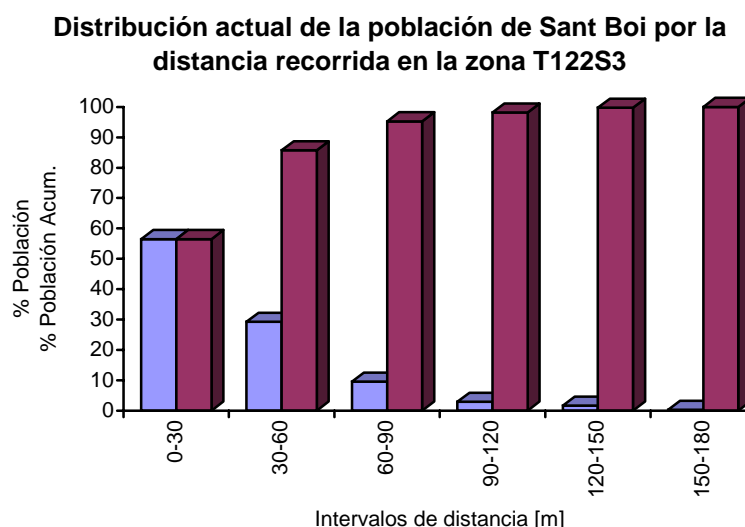


Gráfico 14.39. Distribución actual de la población de Sant Boi por la distancia recorrida en la zona T122S3

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>						
<i>Interv.</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>
% Hab.	56,49	29,23	9,55	2,88	1,62	0,23
% Acu.	56,49	85,72	95,28	98,16	99,77	100,00

Tabla 14.92. Distribución de la población por distancia recorrida

Como en las otras comparaciones, el servicio actual tiene una deficiencia que puede ser corregida con la localización de baterías que propone el Proyecto SIRUS. Esta deficiencia provoca el aislamiento de un porcentaje de la población, obligándola a recorrer unas distancias muy superiores a las de la mayoría.

#### 14.4.10.3 Aplicación 0 para la zona T122S3

El análisis realizado sigue las pautas descritas en todas las zonas anteriores.

##### 14.4.10.3.1 Distancia máxima actual entre habitante y batería

La experiencia adquirida con las pruebas y las otras comparaciones realizadas, apunta a que el resultado obtenido, entrando con una distancia entre el ciudadano más perjudicado y su contenedor más próximo igual que la actual, reducirá el número de baterías en un tanto por ciento elevado, pero también aumentará la distancia media y alejará, en exceso, a la población de su batería más cercana.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

<b>Aplicación 0 para T122S3 con DU = 180,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	17	89,61	180,00	199,94	243,00
Greedy Pobl.	Des.NExh.	16	<b>85,43</b>	179,50	<b>172,75</b>	202,00
<i>Greedy Den. Pobl.</i>	<i>Des.NExh.</i>	<b>15</b>	<i>95,73</i>	<i>180,00</i>	<i>200,50</i>	<i>276,50</i>
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	17	89,61	180,00	199,94	243,00
Greedy Long.	Des.Exh.	17	90,13	180,00	201,59	252,00
Greedy Pobl.	Des.Exh.	16	87,49	<b>178,75</b>	187,28	276,00
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>15</b>	95,87	179,75	198,93	276,50
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	17	90,13	180,00	201,59	252,00
MultiStart (5 it.)	Des.Exh.	16	89,12	<b>178,75</b>	189,88	266,50

Tabla 14.93. Aplicación 0 para T122S3 con DU=180 metros

De nuevo, la Aplicación 0 muestra su capacidad de proporcionar soluciones distintas para un mismo sector o zona seleccionada dependiendo de la técnica de localización escogida para el cálculo.

La comparación para este primer análisis es la siguiente:

<b>Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DU)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	92 baterías	15 baterías	-83,69%
Distancia media habitante - batería	32,95 metros	95,73 metros	+190,53%
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros	180,00 metros	+0,00%
Distancia media entre baterías	37,96 metros	200,50 metros	+428,19%
Distancia máxima entre baterías	117,00 metros	276,50 metros	+136,32%

Tabla 14.94. Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DU)

El crecimiento en el número de tramos de las zonas seleccionadas, viene acompañado de un aumento proporcional de las diferencias comparativas entre los resultados propuestos y los actuales.



La reducción en el número de baterías es exagerada, igual que el aumento de la distancia media recorrida, hecho que se refleja de manera abrumadora en el histograma de las dos distribuciones de población.

El rango de agrupación de la población viene definido por los 180 metros existentes entre el ciudadano más perjudicado y su batería más cercana. Así pues, el intervalo para esta zona se mantendrá en los 30 metros.

Los histogramas resultantes de la comparación son:

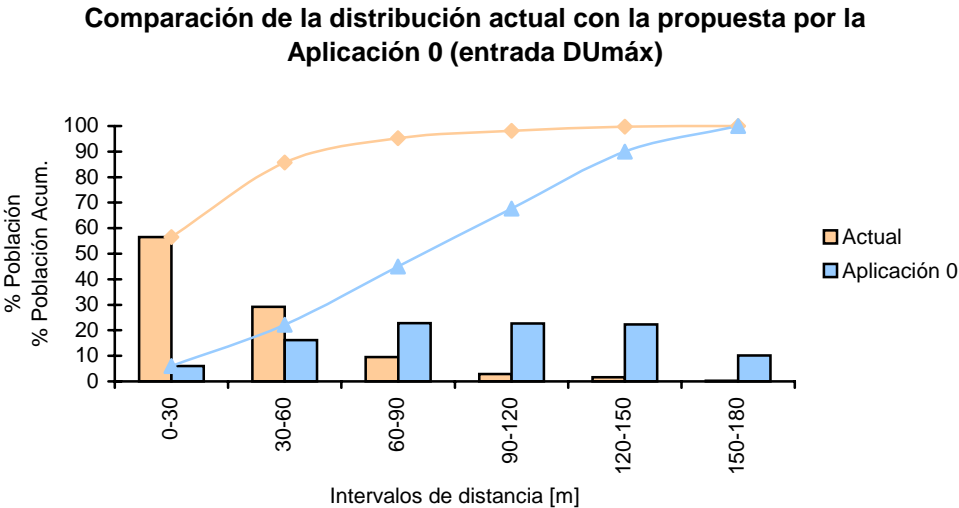


Gráfico 14.40. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada Dumáx)

Distribución de la población por distancia recorrida						
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180
% Hab. act.	56,49	29,23	9,55	2,88	1,62	0,23
% Hab. Acum. act.	56,49	85,72	95,28	98,16	99,77	100,00
% Hab. A0	6,01	16,16	22,86	22,65	22,32	10,10
% Hab. Acum. A0	6,01	22,17	45,02	67,67	89,99	100,00

Tabla 14.95. Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DU)

14.4.10.3.2 Distancia máxima entre baterías

El desarrollo de todas las combinaciones de cálculo con la localización simétrica respecto al tramo, conlleva los siguientes resultados para una entrada de distancia máxima entre baterías coincidente con la actual.

<b>Aplicación 0 para T122S3 con DB = 117,00 metros</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
Greedy Long.	Des.NExh.	103	22,88	<b>58,50</b>	81,47	<b>166,25</b>
Greedy Pobl.	Des.NExh.	103	22,72	<b>58,50</b>	81,41	<b>166,25</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.NExh.	<b>102</b>	22,87	59,00	80,71	196,25
Greedy Den. Bat.	Des.NExh.	103	22,88	<b>58,50</b>	81,47	<b>166,25</b>
Greedy Long.	Des.Exh.	103	22,72	<b>58,50</b>	81,41	<b>166,25</b>
Greedy Pobl.	Des.Exh.	103	<b>22,71</b>	59,00	<b>79,38</b>	<b>166,25</b>
Greedy Den. Pobl.	Des.Exh.	<b>102</b>	22,87	59,00	80,71	196,25
Greedy Den. Bat.	Des.Exh.	103	22,88	<b>58,50</b>	81,47	<b>166,25</b>
<i>MultiStart (5 it.)</i>	<i>Des.Exh.</i>	<b>102</b>	22,87	59,00	80,71	196,25

Tabla 14.96. Aplicación 0 para T122S3 con DB = 117 metros

La variedad de las soluciones proporcionadas es menos destacable en esta ejecución, pues el número de baterías necesarias se mantiene constante entorno a los 102 y 103 puntos de localización de contenedores, y las distancias oscilan en rangos estrechos.

A pesar de esta igualdad, existe una solución, obtenida en tres de las nueve combinaciones, que ofrece una solución mejor que el resto.

<b>Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DB)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i>Δ respecto actual</i>
Número de baterías	92 baterías	102 baterías	+10,87%
Distancia media habitante - batería	32,95 metros	22,87 metros	-30,59%
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros	59,00 metros	-67,22%
Distancia media entre baterías	37,96 metros	80,71 metros	+112,62%
Distancia máxima entre baterías	117,00 metros	196,25 metros	+67,74%

Tabla 14.97. Comparación de los resultados para T122S3 (entrada DB)

La última de las zonas de prueba y de comparación, mantiene las tendencias detectadas a lo largo del análisis, presentando grandes resultados en distancias recorridas y una mayor dispersión y homogeneidad en la distribución de las baterías.

**Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada DBmáx)**

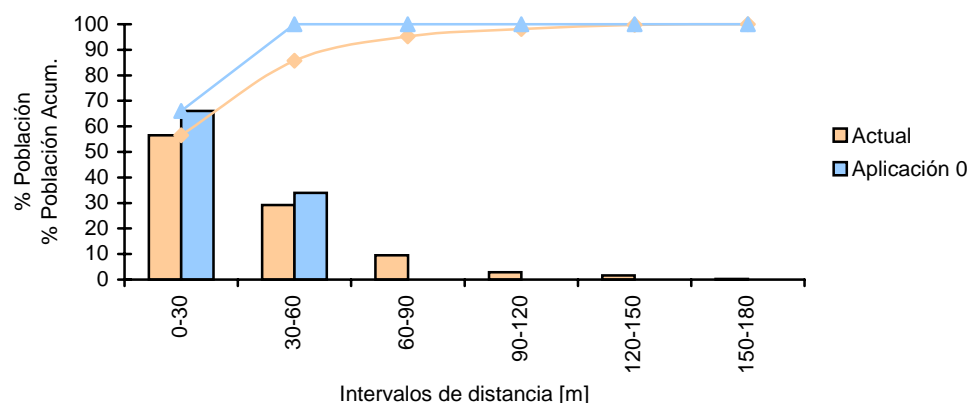


Gráfico 14.41. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada DBmáx)

La distribución de la población se refleja en el siguiente histograma.

<b>Distribución de la población por distancia recorrida</b>						
<i>Intervalo</i>	<i>0-30 [m]</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>	<i>120-150</i>	<i>150-180</i>
% Hab. act.	56,49	29,23	9,55	2,88	1,62	0,23
% Hab. Acum. act.	56,49	85,72	95,28	98,16	99,77	100,00
% Hab. A0	66,04	33,96	0,00	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. A0	66,04	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.98. Distribución de la población por distancia recorrida

La solución propuesta mantiene a toda la población a una distancia máxima de 60 metros, mientras que, la distribución actual, provoca que un 15% de los habitantes deban recorrer una distancia superior.

#### 14.4.10.3.3 Número de baterías

El resultado del MultiStart ejecutado con la entrada de 92 baterías es el siguiente:

<b>Aplicación 0 para T122S3 con NBat = 92 baterías</b>						
<i>Heurística</i>	<i>Mejora</i>	<i>Baterías</i>	<i>DU<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DU<sub>máx.</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>media</sub> [m]</i>	<i>DB<sub>máx.</sub> [m]</i>
MultiStart	Des.Exh.	92	26,10	76,00	85,53	134,00

Tabla 14.99. Aplicación 0 para T122 con Nbat=92 baterías

La única comparación posible, es la de la solución propuesta con la actual. Así pues, en la siguiente tabla se presenta la confrontación de los datos de la solución del MultiStart y la actual de Sant Boi de Llobregat.

<b>Comparación de los resultados para T122S3 (entrada #Bat)</b>			
<i>Concepto</i>	<i>Actual</i>	<i>Aplicación 0</i>	<i><math>\Delta</math> respecto actual</i>
Número de baterías	92 baterías	92 baterías	+0,00%
Distancia media habitante - batería	32,95 metros	26,10 metros	-20,79%
Distancia máxima habitante - batería	180,00 metros	76,00 metros	-57,78%
Distancia media entre baterías	37,96 metros	85,53 metros	+125,32%
Distancia máxima entre baterías	117,00 metros	134,00 metros	+14,53%

Tabla 14.100. Comparación de los resultados para T122S3 (entrada #Bat)

En el siguiente gráfico se representan los histogramas comparativos de la distribución actual y la resultante de la Aplicación 0 de SIRUS.

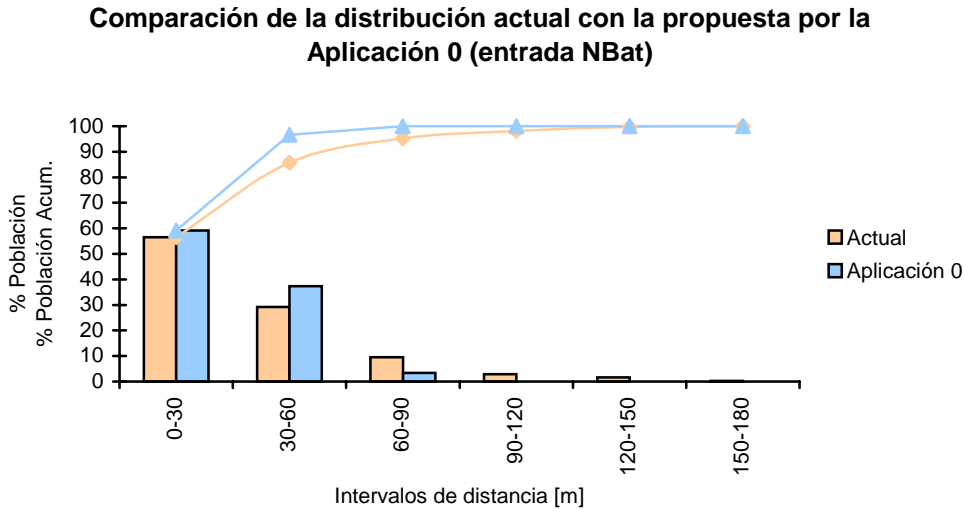


Gráfico 14.42. Comparación de la distribución actual con la propuesta por la Aplicación 0 (entrada NBat)

Distribución de la población por distancia recorrida						
Intervalo	0-30 [m]	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180
% Hab. act.	56,49	29,23	9,55	2,88	1,62	0,23
% Hab. Acum. act.	56,49	85,72	95,28	98,16	99,77	100,00
% Hab. A0	59,20	37,38	3,42	0,00	0,00	0,00
% Hab. Acum. A0	59,20	96,58	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14.101. Distribución de la población por distancia recorrida

El resultado no se superpone de la misma manera que en la zona T88S1, pero la mejora más destacable se vuelve a centrar en el acercamiento de todos y cada uno de los habitantes de los tramos seleccionados, mientras que, en la actualidad, más de un 4% de la población debe recorrer más de 70 metros.

### 14.5 Conclusiones de la comparación en las zonas de prueba

La exposición de las conclusiones se efectuará de manera esquematizada, enumerando todas las propiedades y características detectas. Todos los puntos enunciados son importantes, y el orden de exposición plasmado no pretende imponer índices de importancia, pues cualquiera de las observaciones realizadas debe ser considerada.

- (1) El tiempo de ejecución de las diferentes heurísticas y mejoras aumenta de forma exponencial con la dimensión de las zonas o sectores que se seleccionan, lo que aconseja trabajar con conjuntos de tramos que no superen las 100 unidades. De todas formas, la ejecución con grupos de tramos de dimensiones mayores es posible.
- (2) La definición de un procedimiento de localización como el mejor es imposible, ya que la validez de un procedimiento depende, totalmente, de las propiedades de la zona seleccionada. Estas propiedades a considerar son: el número de tramos, la longitud y la población asociados asociadas al mismo y le grafo que generan.
- (3) La técnica del MultiStart es el procedimiento que acostumbra a proporcionar los mejores resultados, si se toma como referencia las pruebas efectuadas. De todas maneras, también se ha constatado que, en algunas ocasiones, el valor proporcionado no ha sido siempre el mejor y, además, la necesidad de efectuar más de una iteración, lo convierten en el procedimiento que necesita más tiempo de ejecución.

- (4) La técnica de distribución de baterías analizada con estas pruebas es la de localización simétrica respecto al tramo. Este tipo de distribución comporta una homogeneidad total cuando las baterías se representan en el plano de Sant Boi de Llobregat.
- (5) La distribución simétrica respecto al tramo, aleja las baterías de los tramos, factor de gran importancia para evitar el colapso circulatorio en los cruces durante el proceso de recogida de los contenedores con el camión correspondiente.
- (6) La distribución simétrica propone una distribución que resulta mucho más fácil de modificar a posteriori, puesto que la simetría permite mover y recolocar las baterías con una mayor claridad visual y cualitativa de la modificación que se efectúa.
- (7) Una de las principales diferencias existentes entre las soluciones obtenidas y las distribuciones actuales radica en la concentración de baterías, ya que, en la actualidad, éstas se encuentran agrupadas en zonas reducidas. Esta concentración comporta una reducción considerable de la distancia media entre baterías vecinas, y un acercamiento total a las zonas con mayor población.
- (8) Los procedimientos propuestos en la Aplicación 0 de SIRUS generan distribuciones dispersas a la vez que homogéneas, reduciendo así, el impacto visual provocado por la acumulación de baterías en puntos concretos de Sant Boi de Llobregat. Esta dispersión de las baterías se traduce, también, en un mejor acercamiento a todos los ciudadanos, reduciendo la distancia media recorrida por un habitante desde su casa hasta su batería más cercana, así como la distancia máxima.
- (9) La reducción de la distancia recorrida por el usuario más perjudicado, es uno de los resultados más destacados de las distribuciones propuestas, ya que no existen ciudadanos perjudicados.
- (10) La distribución de la población en el histograma muestra la homogeneidad ya comentada, puesto que los gráficos representan, claramente, una distribución con forma de campana que se aleja de la propuesta actual que centraliza la mayoría de los habitantes a pocos metros de su batería, pero que perjudica a unos pocos ciudadanos.
- (11) Además de mejorar el servicio en estas variables comentadas, la Aplicación 0 se presenta como una herramienta que ofrece información del sistema de gestión que se está utilizando, además de evaluar cualquier tipo de solución, incluso la actual.
- (12) La información que facilita cada ejecución de la Aplicación 0 de SIRUS es la siguiente:
  - Identificación de las baterías necesarias o valoradas.
  - Posición de las baterías en el plano de Sant Boi de Llobregat.
  - Distancia de las baterías al FNode y TNode del tramo al cual están asociados.
  - Distancia de cualquier nodo de la zona seleccionada a la batería de contenedores más cercana, indicando el identificador de la misma.
  - Distancia máxima recorrida por un ciudadano de Sant Boi en la zona seleccionada.
  - Distancia media recorrida por un ciudadano de Sant Boi en la zona seleccionada.
  - Distancia máxima entre contenedores de la zona seleccionada.
  - Distancia media entre contenedores de la zona seleccionada.
  - Porcentaje de población de la zona seleccionada que tiene que recorrer una distancia determinada (porcentaje en datos y gráfico del histograma).
  - Distancia máxima recorrida por el ciudadano más perjudicado de cada tramo de la zona seleccionada, indicando la posición de este (aquél que debe recorrer más distancia hasta su batería más próxima), su posición respecto al FNode del tramo, la distancia que debe recorrer y las dos baterías que tiene más cercanas.

- Distancia media recorrida por los ciudadanos en cada uno de los tramos de la zona seleccionada.
- Distancia de cada batería hasta la batería más cercana, conocida como batería vecina, indicando el identificador de esta última y la distancia que les separa.
- Población y porcentaje de población asociadas a cada batería localizada en la zona seleccionada.
- Cobertura, en metros, de cada batería localizada en la zona seleccionada.

## 15. Propuesta de soluciones para la recogida en Sant Boi

El objetivo final de SIRUS es el de ofrecer la posibilidad de disfrutar un sistema dinámico de recogida de residuos municipales. El primer paso para conseguir este objetivo se desarrolla en la memoria, y propone una serie de distribuciones de baterías y reparto de contenedores para los 5 sectores que forman Sant Boi de Llobregat.

El esquema de presentación de las soluciones, tanto para las baterías de rechazo, como para la de selectiva y los contenedores, será el mismo que el utilizado en la valoración del sistema actual.

### 15.1 Las baterías de contenedores

Las baterías de contenedores son el primero de los dos elementos del sistema de recogida que participarán en la propuesta de soluciones a partir de las diferentes aplicaciones de la herramienta SIRUS.

La división de las propuestas será más general que la valoración de la situación actual, y es que la fracciones se dividen en dos grandes grupos: el rechazo y la selectiva, que se compone de papel y cartón, vidrio y envases ligeros.

La razón del agrupamiento de las fracciones selectivas en una sola se explica con la necesidad de concentrar las baterías en un único punto y homogeneizar su contenido. Así pues, se efectúa la siguiente hipótesis: cualquier batería de selectiva se ubicará colindante a una de rechazo, y dispondrá de los tres iglúes (el azul, el verde y el amarillo).

Por el contrario, la propuesta de soluciones también se esquematiza tomando como referencia los 5 sectores de Sant Boi de Llobregat. Para el desarrollo de las soluciones se requiere una secuencia de acciones que se comentan y detallan con pantallas en el anexo de propuesta de soluciones (Anexo II: Propuesta de nuevas distribuciones para las baterías y los contenedores de Sant Boi de Llobregat).

De igual forma, los resultados emergentes de las aplicaciones de SIRUS son muy extensos, y se hace necesario resumirlos, presentando los valores más relevantes. Nuevamente, el proceso de consecución de los resultados de la propuesta y los valores detallados de los mismos se pueden consultar en el anexo comentado con anterioridad.

La exposición de los resultados generales de la propuesta de soluciones sigue un esquema rígido, estableciendo el siguiente orden en las fracciones:

- Rechazo.
- Selectiva: papel y cartón, vidrio y envases ligeros.

y dentro de cada fracción del sector 1 al 5.

#### 15.1.1 Baterías de rechazo

El rechazo se analiza en todos y cada uno de los 5 sectores de Sant Boi de Llobregat, presentando como valores destacables los 60 metros de recorrido máximo de un usuario y la disminución de las distancias medias recorridas. El análisis detallado de cada sector se presenta a continuación.

##### 15.1.1.1 Nuevas baterías de rechazo en el sector 1

La nueva distribución de las baterías de rechazo del sector 1, proporcionada por SIRUS, podría presentar el siguiente aspecto, notando que la solución está sujeta a retoques finales y mejoras aplicadas desde la experiencia. El Gráfico 15.1 muestra la nueva distribución:

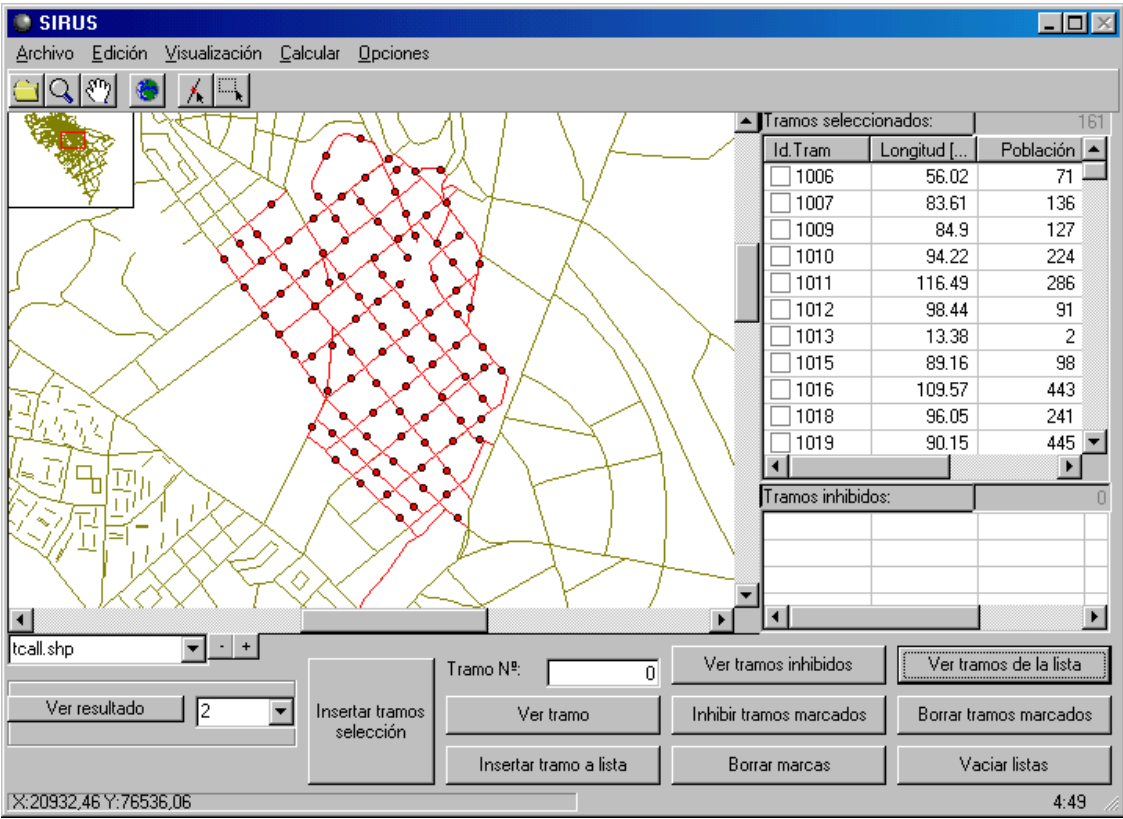


Gráfico 15.1: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 1

Los resultados más destacados para la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 1 se reflejan en la Tabla 15.1:

Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 1	
Concepto	Valores
Número de baterías	101 baterías
Distancia media habitante – batería	24,50 metros
Distancia máxima habitante – batería	60,00 metros
Distancia media entre baterías	80,20 metros
Cobertura de tramos con población	10.708 metros

Tabla 15.1: Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 1

El número de baterías aumenta ligeramente para alcanzar unos recorridos máximos dentro de los límites marcados en el PMGRM. Así pues, la nueva distribución requiere de 11 baterías más para la recogida del rechazo. En contrapunto, la distancia máxima recorrida por el ciudadano más perjudicado se reduce en más de 150 metros.

El otro parámetro de interés, la distancia media recorrida por los habitantes del sector 1, se mantiene cerca del valor actual, aunque para la nueva propuesta, se recorren 8 metros menos de media. La distribución es más homogénea que la actual, es decir, no concentra las baterías en las zonas más pobladas, sino que las localiza de forma dispersa pero eficiente.



Otros datos de especial interés hacen referencia al ciudadano más perjudicado por la nueva distribución del sector 1, a la batería con más población asociada,.... , resultados que se muestran en la Tabla 15.2:

Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 1		
Concepto	Identificador	Valores
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 930	393,00 m. de 1.313-1
Habitante más perjudicado	865,1030,1095	60,00 m.
Batería con más población asociada	batería 997-1	527 habitantes
Batería con más cobertura	batería 861-1	266,09 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 865-2	120,00 m. de 865-1 y 865-3

Tabla 15.2: Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 1

Los resultados particulares sólo indican donde se localizan los valores extremos para la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 1, y por lo tanto, son índices de calidad.

Los valores presentados son los máximos de la nueva distribución, pero a diferencia de la situación actual, no distan mucho de los valores medios, y por lo tanto, el trato y el servicio que reciben los ciudadanos es igualitario.

El Gráfico 15.2 y la Tabla 15.3 representan el histograma de esta distribución de la distancia recorrida por la población del sector 1 hasta su nueva batería de rechazo más próxima, localizando el 50 % de la población a una distancia inferior a los 50 metros.

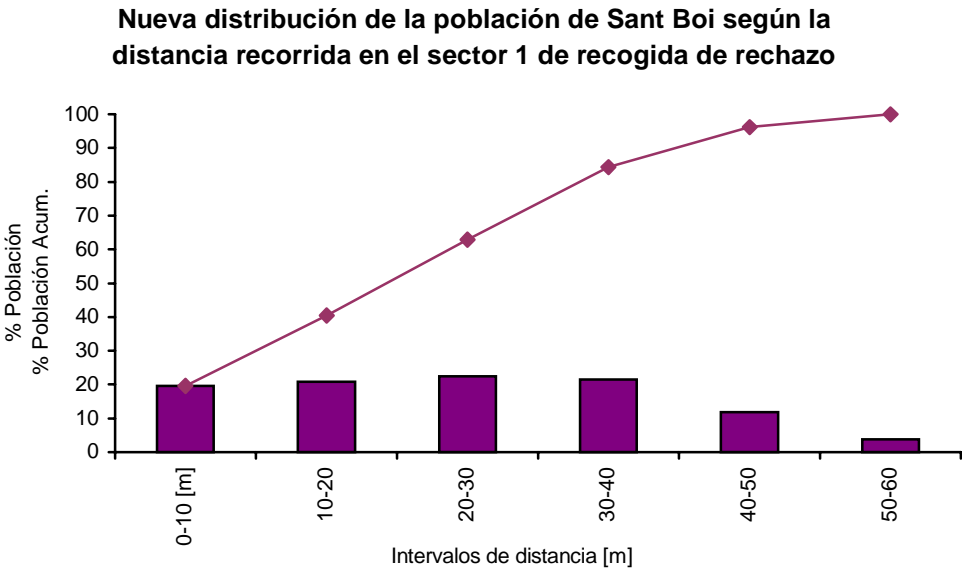


Gráfico 15.2: Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 1

Datos del nuevo histograma de la población del sector 1 para el rechazo						
Interv.	0-10 [m]	10-20[m]	20-30 [m]	30-40 [m]	40-50 [m]	50-60 [m]
% Hab.	19,62	20,82	22,36	21,51	11,90	3,79
Pobl.	3.556	3.772	4.051	3.898	2.157	686
% Hab. Ac.	19,62	40,44	62,80	84,31	96,21	100,00
Pobl. Ac.	3.556	7.328	11.379	15.277	17.434	18.120

Tabla 15.3: Datos del nuevo histograma de la población del sector 1 para el rechazo

### 15.1.1.2 Nuevas baterías de rechazo en el sector 2

La herramienta de SIRUS que permite obtener nuevas distribuciones, requiere de una entrada en forma de distancia máxima recorrida por los ciudadanos. El Gráfico 15.3 muestra la distribución propuesta para el sector 2 de Sant Boi de Llobregat, que alberga al mayor porcentaje de los habitantes de la ciudad:

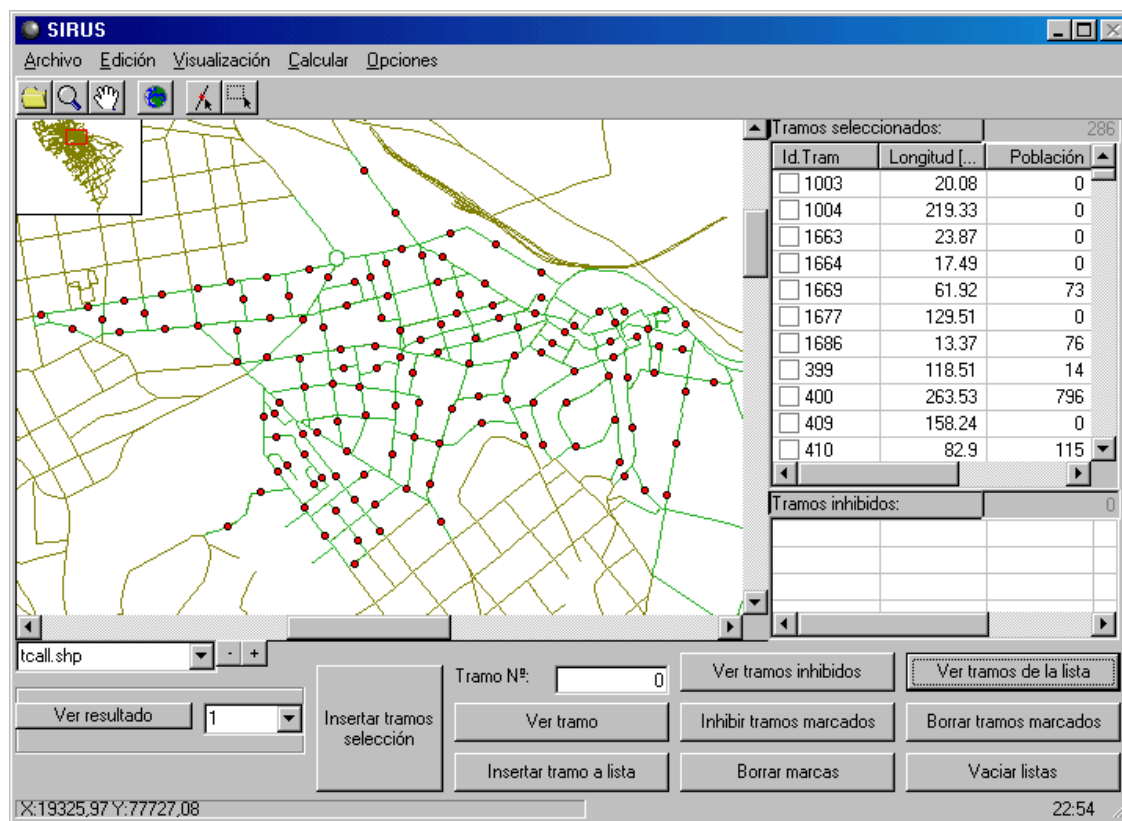


Gráfico 15.3: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 2

La distribución propuesta se traduce en unas cifras que resumen los valores más interesantes de las baterías de rechazo del sector 2 en la Tabla 15.4:

Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 2	
Concepto	Valores
Número de baterías	134 baterías
Distancia media habitante – batería	26,10 metros
Distancia máxima habitante – batería	60,00 metros
Distancia media entre baterías	82,18 metros
Cobertura de tramos con población	15.700 metros

Tabla 15.4: Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 2

Los resultados propuestos guardan consonancia con los ofertados en el primer sector, y mantienen la tendencia de mejora respecto a los existentes en la actualidad. El número de baterías vuelve a aumentar ligeramente, aunque en esta ocasión, con un poco más de intensidad.

Los dos parámetros de interés que hacen referencia a la distancia, el recorrido medio y máximo de los habitantes residentes en el sector 2 de Sant Boi de Llobregat, se reducen. En el primero de ellos, de forma poco apreciable, mientras que para la distancia máxima, la reducción es espectacular.

El resto de datos se amplían en la Tabla 15.5 y en el Anexo correspondiente a la propuesta de nuevas soluciones:

<b>Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 2</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.111	471,60 m. de 839-3
Habitante más perjudicado	400,.....,886	60,00 m.
Batería con más población asociada	batería 519-1	580 habitantes
Batería con más cobertura	batería 513-1	209,98 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 839-2	120,00 m. de 839-1 y 839-3

Tabla 15.5: Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 2

El sector 2 de Sant Boi de Llobregat presenta unos nuevos parámetros, que en su mayoría, representan una mejora considerable respecto a la situación actual. El habitante más perjudicado no es único, y se localiza en más de 8 tramos diferentes, siempre sin superar el recorrido máximo de 60 metros.

Las baterías más perjudicadas no presentan valores desproporcionados, y se adaptan a las necesidades de una distribución diseñada para evitar los largos desplazamientos que exigía la actual en algunas calles.

Como en el primer sector, el Gráfico 15.4 y la Tabla 15.6 representan el histograma de esta distribución de la distancia recorrida por la población del sector 2 hasta su batería de rechazo más próxima, localizando al 80 % de la población a una distancia inferior a los 40 metros.

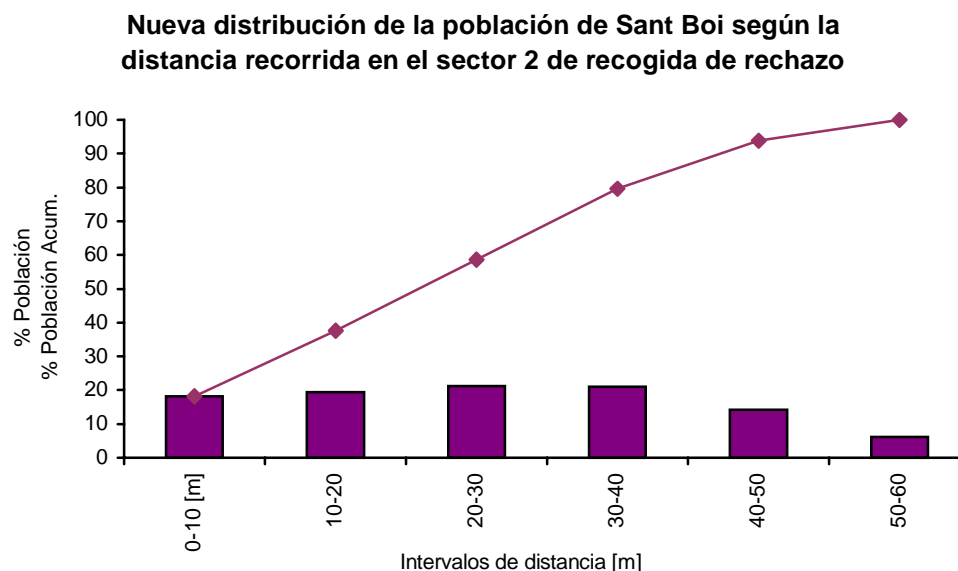


Gráfico 15.4: Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 2

Datos del nuevo histograma de la población del sector 2 para el rechazo						
Interv.	0-10 [m]	10-20[m]	20-30 [m]	30-40 [m]	40-50 [m]	50-60 [m]
% Hab.	18,13	19,40	21,10	20,98	14,27	6,12
Pobl.	2.596	2.778	3.022	3.004	2.044	877
% Hab. Ac.	18,13	37,53	58,63	79,6	93,88	100,00
Pobl. Ac.	2.596	5.374	8.396	11.400	13.444	14.321

Tabla 15.6: Datos del nuevo histograma de la población del sector 2 para el rechazo

### 15.1.1.3 Nuevas baterías de rechazo en el sector 3

La propuesta de una nueva distribución para las baterías de rechazo del sector 3, proporciona un resultado con una dispersión más acentuada que la actual. En realidad, este tercer sector concentraba las baterías en zonas muy concretas de su superficie, tendencia que se abandona tal y como refleja el Gráfico 15.5:

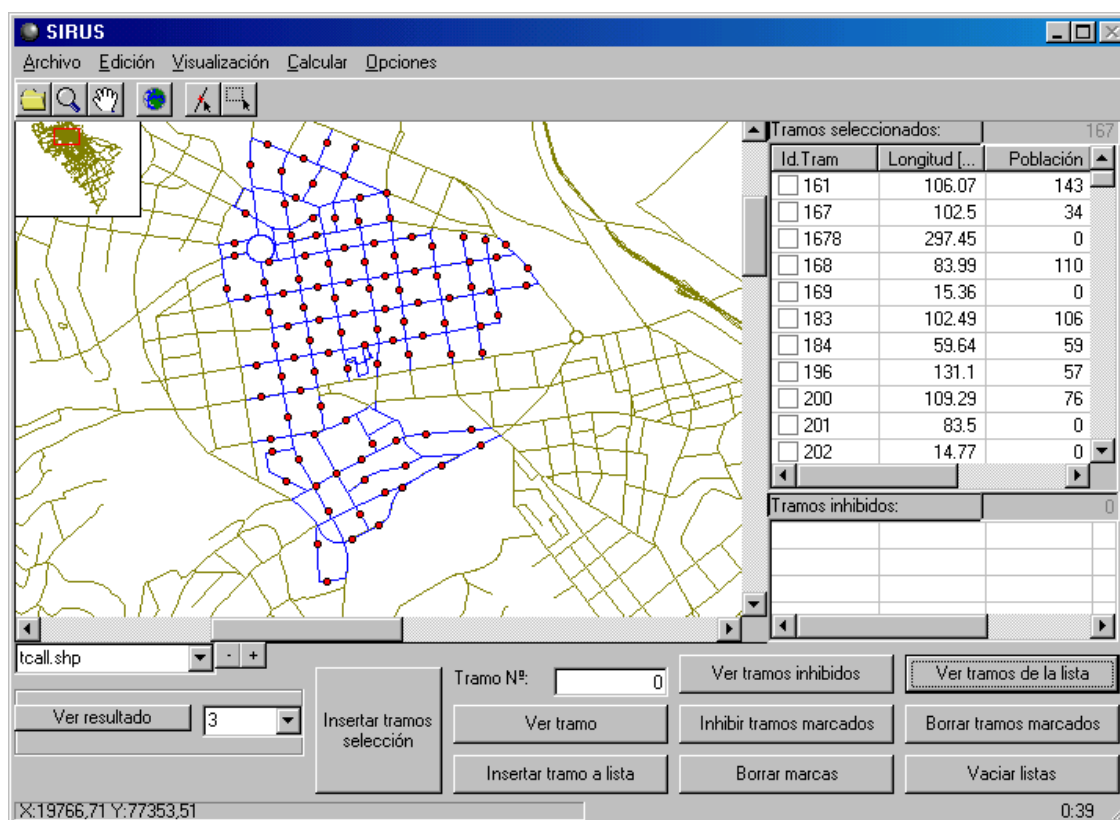


Gráfico 15.5: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 3

La Tabla 15.7 muestra el número de baterías necesario, la distancia máxima y media recorrida por un habitante del sector 2, así como la distancia media entre baterías y la cobertura total de los tramos de calle.

<b>Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	110 baterías
Distancia media habitante – batería	24,32 metros
Distancia máxima habitante – batería	60,00 metros
Distancia media entre baterías	85,63 metros
Cobertura de tramos con población	11.267 metros

Tabla 15.7: Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 3

Los resultados obtenidos son prácticamente los mismo que para el caso del sector 1. El ligero aumento del número de baterías se repite una vez más, y mientras que la distancia máxima es la misma, la media solo varía en 20 centímetros.

La cobertura es un valor mucho más oscilante, puesto que, únicamente depende del número de tramos agrupados por cada sector, y naturalmente, de las propiedades y características de las mismas.

La segunda tabla resumen de los valores extraídos de las nuevas propuestas puede ampliarse en el Anexo II, referente a la propuesta de soluciones.

<b>Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 309	112,04 m. de 646-1
Habitante más perjudicado	205,.....,905	60,00 m.
Batería con más población asociada	batería 670-1	523 habitantes
Batería con más cobertura	batería 723-2	184,61 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 245-1	143,34 m. de 299-1

Tabla 15.8: Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 3

Los resultados particulares sólo indican donde se localizan los valores extremos para la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 3, y por lo tanto, son índices de calidad.

Los valores presentados son los máximos de la nueva distribución, pero a diferencia de la situación actual, no distan mucho de los valores medios, y por lo tanto, el trato y el servicio que reciben los ciudadanos es igualitario.

El Gráfico 15.6 y la Tabla 15.9 representan el histograma de esta distribución de la distancia recorrida por la población del sector 3 hasta su nueva batería de rechazo más próxima, localizando más del 85 % de la población a una distancia inferior a los 40 metros.

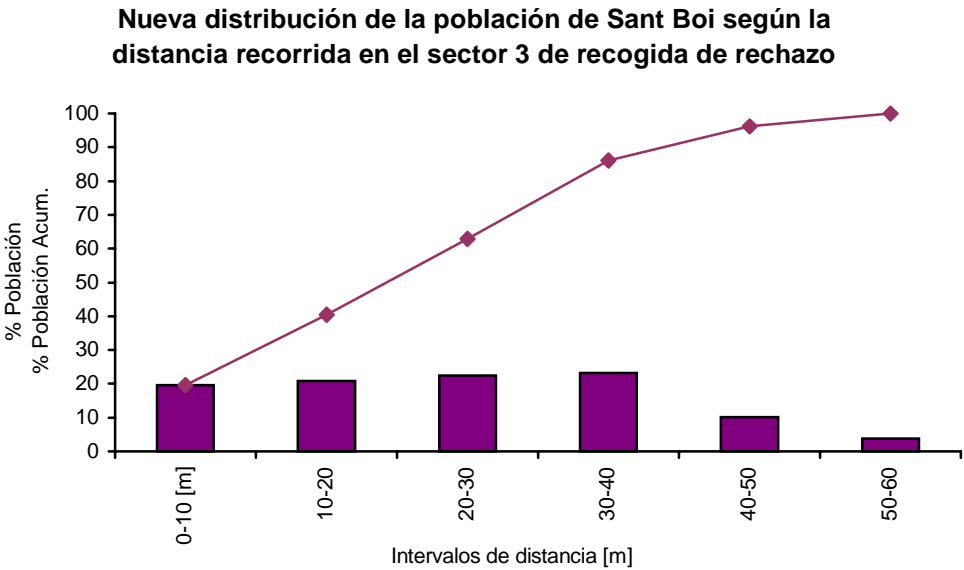


Gráfico 15.6: Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 3

Datos del nuevo histograma de la población del sector 3 para el rechazo						
Interv.	0-10 [m]	10-20[m]	20-30 [m]	30-40 [m]	40-50 [m]	50-60 [m]
% Hab.	19,60	20,84	22,44	23,22	10,18	3,72
Pobl.	3.776	4.015	4.322	4.472	1.961	716
% Hab. Ac.	19,60	40,45	62,89	86,10	96,28	100,00
Pobl. Ac.	3.776	7.791	12.113	16.585	18.546	19.262

Tabla 15.9: Datos del nuevo histograma de la población del sector 3 para el rechazo

15.1.1.4 Nuevas baterías de rechazo en el sector 4

La singularidad de los tramos del sector 4 se refleja claramente en la nueva distribución propuesta. En el Gráfico 15.7 se observa una concentración en la zona superior del sector 4 debido a la inconexión de los tramos.

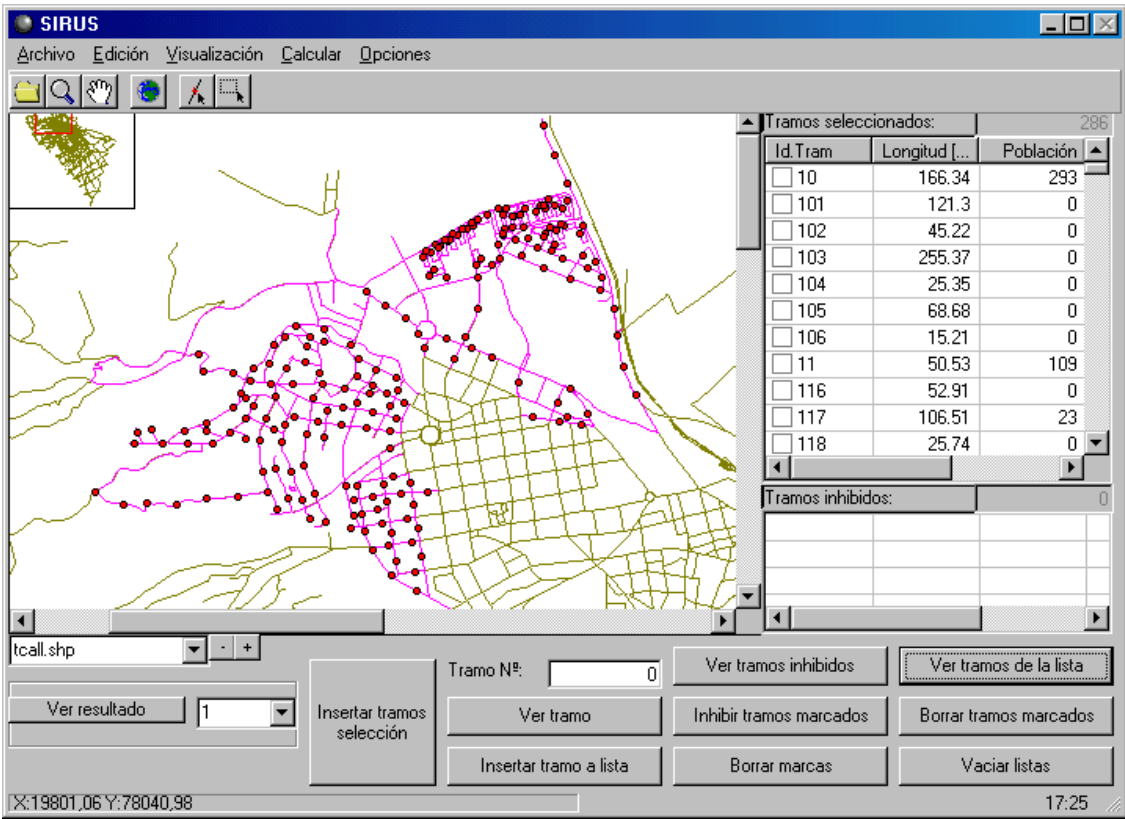


Gráfico 15.7: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 4

Los resultados más destacados para la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 4 muestran un número de baterías muy superior por dos motivos. El primero hace referencia a los problemas del entramado de calles, es decir, cada una de las vías urbanas aisladas requiere de una batería (como mínimo). El segundo motivo surge por la presencia de una zona más rural caracterizada por largas calles con poca población.

Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 4	
Concepto	Valores
Número de baterías	209 baterías
Distancia media habitante – batería	24,53 metros
Distancia máxima habitante – batería	60,00 metros
Distancia media entre baterías	94,54 metros
Cobertura de tramos con población	19.226 metros

Tabla 15.10: Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 4

Las distancias máxima y media se mantienen como consecuencia de la robustez de los procedimientos de cálculo. Así pues, el sector 4 requiere, en un grado superior al resto de los sectores, de un proceso de mejora de las propuestas.

Sin embargo, toda la población residente en el sector 4 de recogida de rechazo de Sant Boi de Llobregat dispone de una batería a menos de 60 metros desplazándose por las calles del plano actual de la población

El resto de datos de interés hacen referencia al ciudadano más perjudicado por la nueva distribución del sector 4, a la batería con más población asociada,.... , resultados que se muestran en la Tabla 15.11:

Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 4		
Concepto	Identificador	Valores
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.064	451,94 m. de 172-3
Habitante más perjudicado	10,....	60,00 m.
Batería con más población asociada	batería 475-1	471 habitantes
Batería con más cobertura	batería 82-2	160,17 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 204-1	173,36 m. de 149-1

Tabla 15.11: Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector

En esta ocasión el resumen de valores máximos identifica a un gran número de usuarios que deben recorrer la distancia máxima, es decir, 60 metros. Este hecho, se produce como consecuencia de la mayor longitud de los tramos, que en muchos casos, superan el valor crítico de 120 metros (2 veces la longitud máxima que se permite recorrer a un ciudadano).

El Gráfico 15.8 y la Tabla 15.12 representan el histograma de esta distribución de la distancia recorrida por la población del sector 4 hasta su nueva batería de rechazo más próxima, localizando el 50 % de la población a una distancia inferior a los 25 metros.

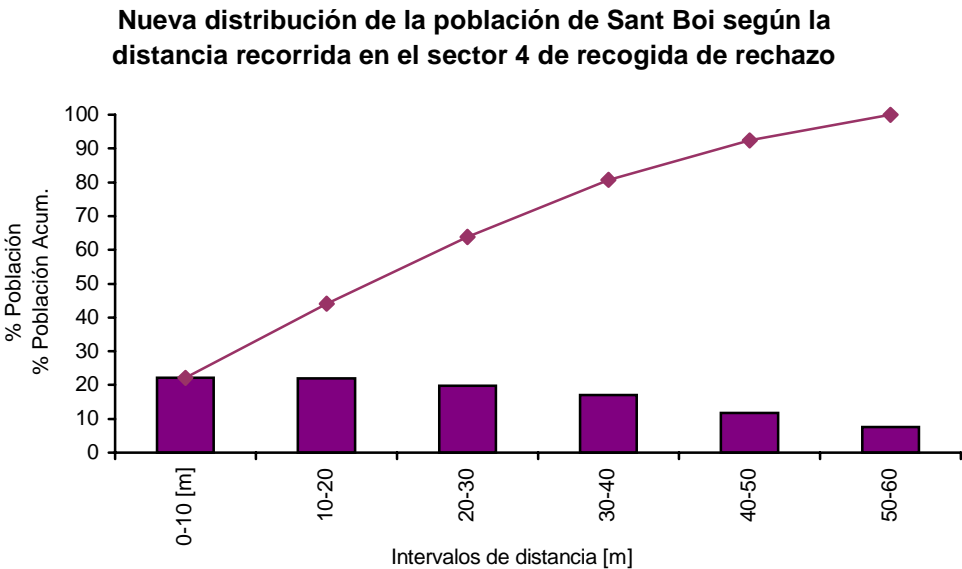


Gráfico 15.8: Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 4

Datos del nuevo histograma de la población del sector 4 para el rechazo						
Interv.	0-10 [m]	10-20[m]	20-30 [m]	30-40 [m]	40-50 [m]	50-60 [m]
% Hab.	22,15	21,94	19,70	17,00	11,63	7,58
Pobl.	3.372	3.340	2.999	2.588	1.771	1.154
% Hab. Ac.	22,15	44,09	63,79	80,79	92,42	100,00
Pobl. Ac.	3.372	6.712	9.711	12.299	14.070	15.224

Tabla 15.12: Datos del nuevo histograma de la población del sector 4 para el rechazo



### 15.1.1.5 Nuevas baterías de rechazo en el sector 5

La situación del sector 4 se repite y se agrava por el incremento en el número de tramos con las propiedades del sector 4, es decir, aislamiento y longitud.

El sector 5 es el más rural de Sant Boi de Llobregat y dispone de largas calles con una densidad lineal de población muy baja. El Gráfico 15.9 muestra la nueva distribución:

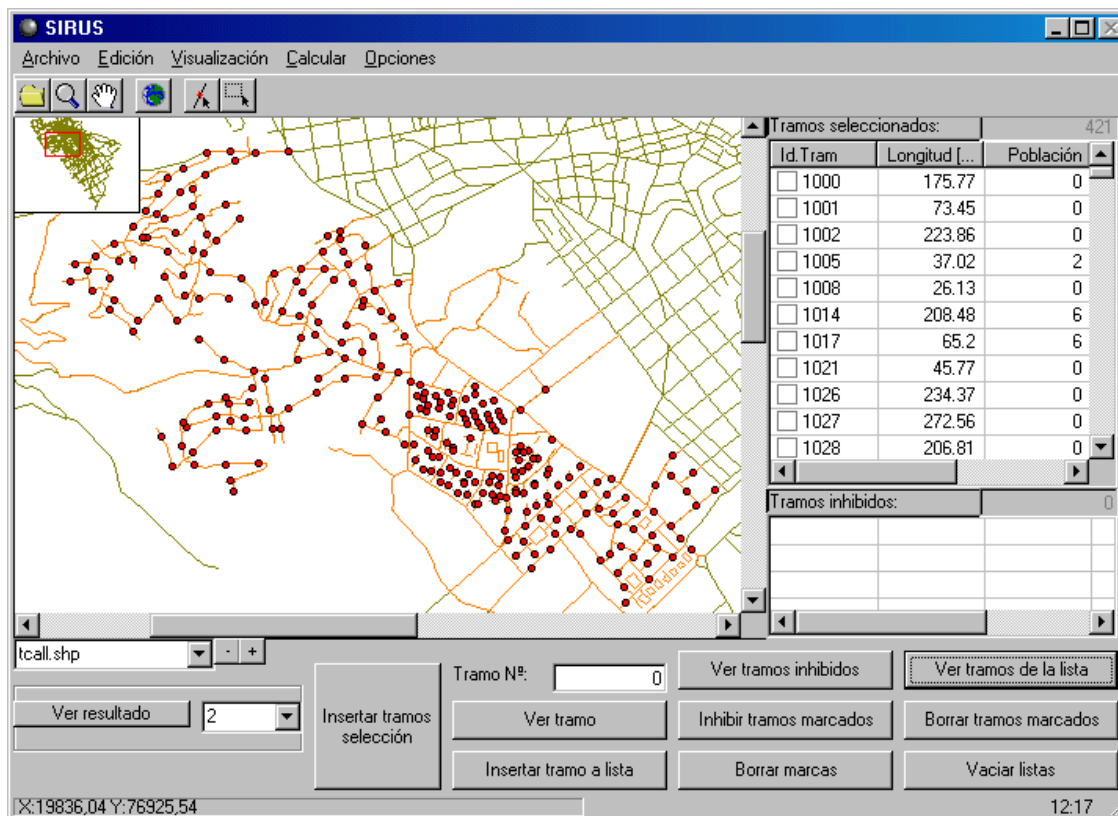


Gráfico 15.9: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de rechazo en el sector 5

Evidentemente, ante las propiedades del sector 5, el número de baterías sigue la tendencia del sector 4 y aumenta notablemente. Así pues, se hace imprescindible dedicar más atención al proceso de mejora de la propuesta posterior a la actuación de la aplicación de SIRUS. La Tabla 15.13 muestra los resultados:

Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 5	
Concepto	Valores
Número de baterías	274 baterías
Distancia media habitante – batería	19,37 metros
Distancia máxima habitante – batería	60,00 metros
Distancia media entre baterías	87,62 metros
Cobertura de tramos con población	20.634 metros

Tabla 15.13: Resultados generales de las nuevas baterías de rechazo en el sector 5

La distancia máxima se mantiene en el valor constante de 60 metros fijado al inicio de cada ejecución de las propuestas. La distancia media, presenta una reducción que sitúa su valor por debajo de los 20 metros. Es decir, los residentes en el sector 5 no se desplazan más 20 metros por valor medio.

Otros datos de especial interés hacen referencia al ciudadano más perjudicado por la nueva distribución del sector 5 a la batería con más población asociada,.... , resultados que se muestran en la Tabla 15.14:

<b>Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector 5</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 513	718,86 m. de 1.017-1
Habitante más perjudicado	1.014,....	60,00 m.
Batería con más población asociada	batería 1.445-2	496 habitantes
Batería con más cobertura	batería 1.670-2	166,23 metros
Batería con la batería vecina más alejada	Diversas	120,00 m.

Tabla 15.14: Resultados particulares de las nuevas baterías de rechazo en el sector

Como consecuencia de la dificultad en el manejo de algunos resultados, la tabla resumen no muestra todos los valores extremos por su multiplicidad.

Los valores presentados son los máximos de la nueva distribución, pero a diferencia de la situación actual, no distan mucho de los valores medios, y por lo tanto, el trato y el servicio que reciben los ciudadanos es igualitario.

El Gráfico 15.10 y la Tabla 15.15 representan el histograma de esta distribución de la distancia recorrida por la población del sector 5 hasta su nueva batería de rechazo más próxima, localizando el 90 % de la población a una distancia inferior a los 50 metros.

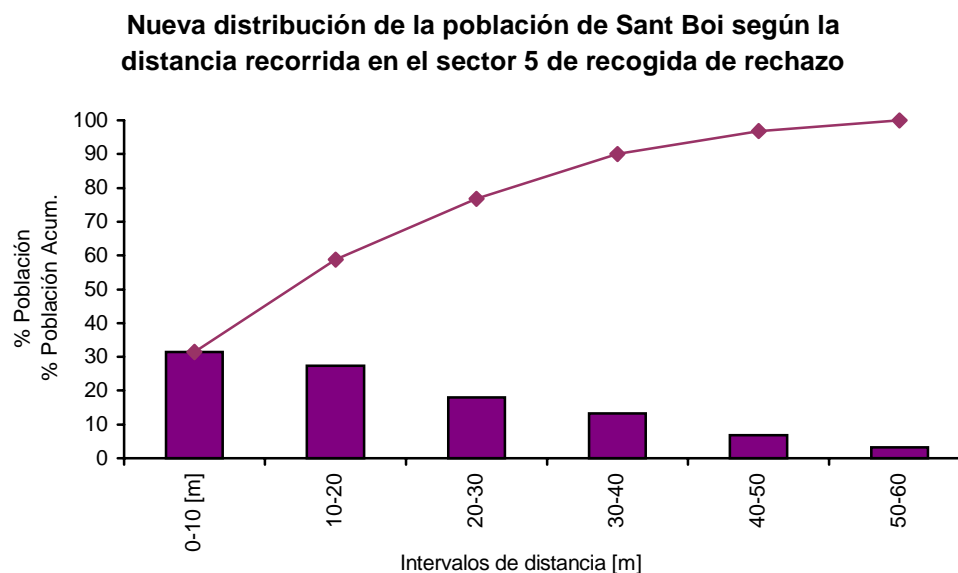


Gráfico 15.10: Nuevo histograma de distancias para el rechazo en el sector 5

<b>Datos del nuevo histograma de la población del sector 5 para el rechazo</b>						
<i>Interv.</i>	<i>0-10 [m]</i>	<i>10-20[m]</i>	<i>20-30 [m]</i>	<i>30-40 [m]</i>	<i>40-50 [m]</i>	<i>50-60 [m]</i>
% Hab.	31,44	27,32	17,98	13,31	6,74	3,20
Pobl.	4.025	3.497	2.302	1.704	863	410
% Hab. Ac.	31,44	58,76	76,74	90,06	96,80	100,00
Pobl. Ac.	4.025	7.522	9.824	11.528	12.391	12.801

Tabla 15.15: Datos del nuevo histograma de la población del sector 5 para el rechazo

### 15.1.2 Baterías de selectiva

LA distribución de las baterías de selectiva se inicia con unos límites preliminares, que restringen la posición de las mismas. En principio, y con el objetivo de homogeneizar la recogida, el Ajuntament de Sant Boi desea integrar las baterías de iglúes (contenedores de selectiva) dentro de las baterías de rechazo.

Esta situación transforma el problema inicial de distribución, es decir, los puntos sujetos a albergar una batería no son todos los de Sant Boi (como ocurría en el caso del rechazo), sino que se restringe el emplazamiento a la posición y número de baterías de rechazo del sector analizado.

Actualmente, el número de iglúes es distinto en cada sector y para cada una de las tres fracciones. En un esfuerzo para uniformar la situación, se propone distribuir 40 baterías de selectiva en cada uno de los 5 sectores (200 baterías en total), es decir, un conjunto de 600 iglúes de color azul, amarillo y verde repartidos por Sant Boi.

La distancia máxima y media recorridas pasan a ser un aspecto secundario, aunque la aplicación de SIRUS encaminada a encontrar la disposición de las 40 baterías de cada sector, alcanza una propuesta con distancias dentro de los límites del PMGRM.

#### 15.1.2.1 Nuevas baterías de selectiva en el sector 1

La distribución de las nuevas baterías de selectiva, que se sitúan sobre las baterías de rechazo del sector 1 presenta el aspecto del Gráfico 15.11:

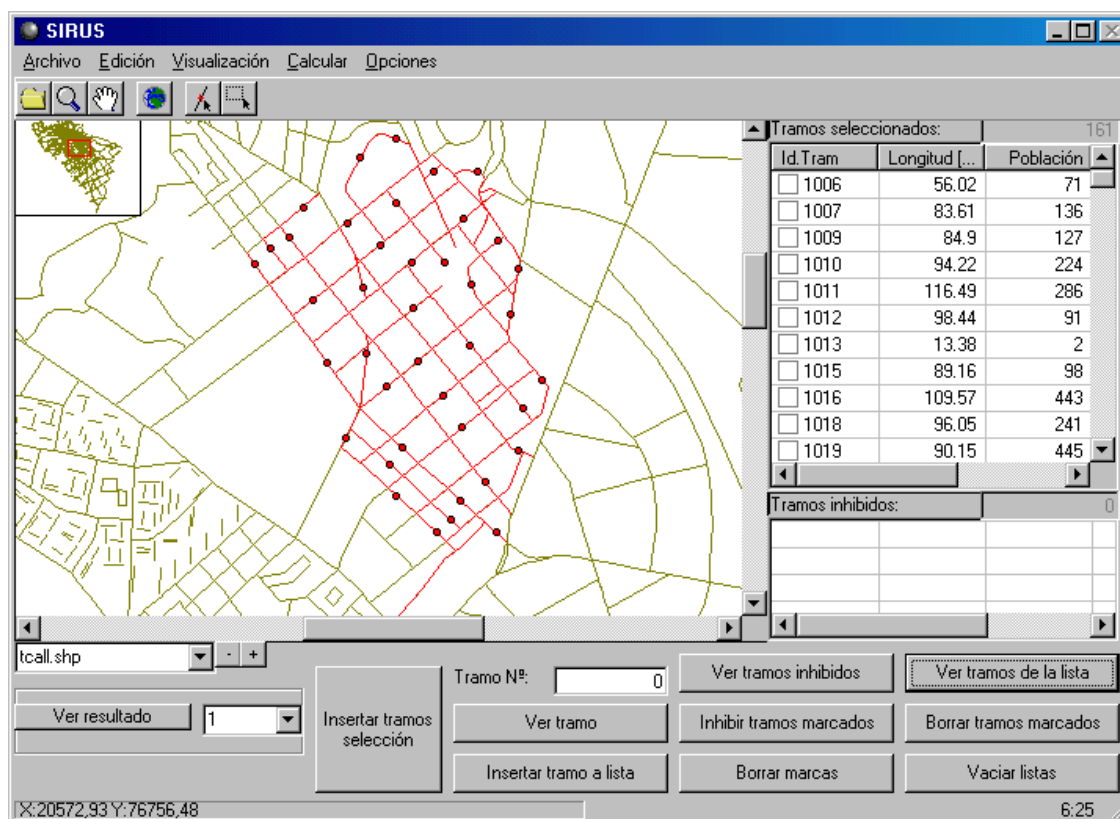


Gráfico 15.11: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de selectiva del sector 1

Los resultados se presentan en el mismo formato y con los mismos parámetros que en el caso del rechazo, aunque los índices de comparación no deben ser los mismos.

<b>Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	40 baterías
Distancia media habitante – batería	56,62 metros
Distancia máxima habitante – batería	133,38 metros
Distancia media entre baterías	140,75 metros
Cobertura de tramos con población	10.708 metros

Tabla 15.16: Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 1

El número de baterías en este caso no es valorable, puesto que es una condición fijada inicialmente, y en todos los sectores se reparte el mismo número de iglúes.

Las distancias medias y máximas doblan en promedio a las obtenidas en las propuestas del rechazo, pero, por el contrario, se reducen a la mitad respecto a las actuales. La distancia media obtenida no alcanza los 60 metros, y la máxima no supera los 140 metros, valor muy inferior a los 300 metros que sugiere la Junta de Residuos como máximo.

La siguiente tabla (Tabla 15.17) refleja los puntos más conflictivos de la distribución propuesta para la recogida de selectiva en el sector 1:

<b>Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 930	393,91m. de 1.313-1
Habitante más perjudicado	1.030	133,39 m.
Batería con más población asociada	batería 1.050-1	1.003 habitantes
Batería con más cobertura	batería 891-1	486,84 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 1.011-1	208,19 m. de 985-1

Tabla 15.17: Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector

Los resultados máximos no reflejan la realidad de todo un sector, pero identifican uno de los puntos más importantes en un sistema de recogida: los valores críticos. Estos números son los que, finalmente, marcan la calidad de una solución o propuesta, puesto que los ciudadanos más perjudicados son los que deben exigir un trato igualitario para todos ellos.

La Tabla 15.18 y el Gráfico 15.12 reparten la población de Sant Boi según la distancia que deben recorrer hasta su iglú más cercano, considerando que todos ellos se ubican en un mismo punto, el que indica la posición de la batería de rechazo sobre el plano del sector.

Los datos del histograma indican que, prácticamente el 95 % de la población recorre menos de 75 metros, y el 40% menos de 50 metros.

<b>Datos del nuevo histograma de la población del sector 1 para la selectiva</b>						
<i>Interv.</i>	<i>0-25 [m]</i>	<i>25-50[m]</i>	<i>50-75 [m]</i>	<i>75-100 [m]</i>	<i>100-125 [m]</i>	<i>125-150 [m]</i>
% Hab.	19,49	20,34	28,72	26,05	5,20	0,20
Pobl.	3.532	3.686	5.566	4.720	943	36
% Hab. Ac.	19,49	39,83	68,55	94,60	99,80	100,00
Pobl. Ac.	3.532	7.218	12.421	17.141	18.084	18.120

Tabla 15.18: Datos del nuevo histograma de la población del sector 1 para la selectiva

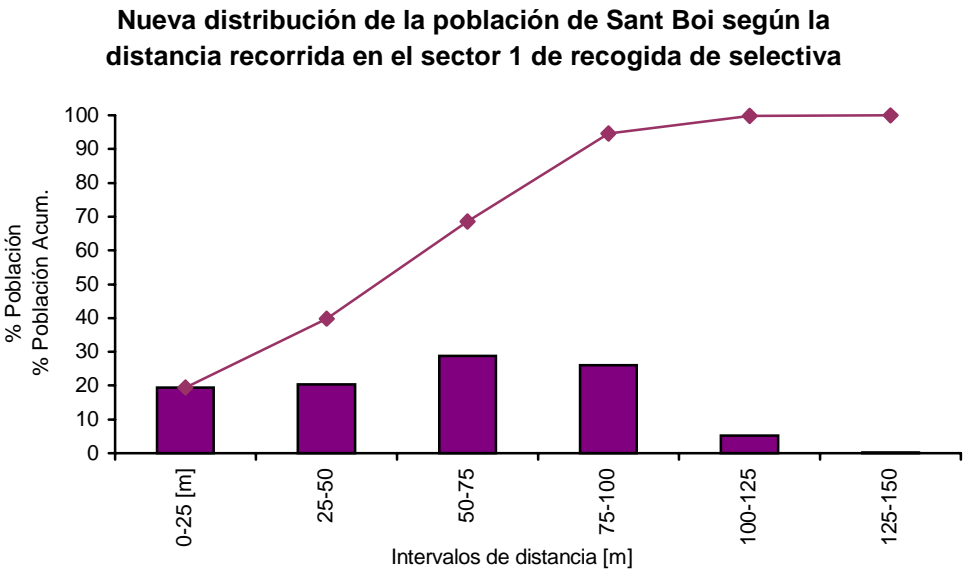


Gráfico 15.12: Nuevo histograma de distancias para la selectiva en el sector 1

**15.1.2.2 Nuevas baterías de selectiva en el sector 2**

El Gráfico 15.13 muestra la distribución de las baterías de selectiva del sector 2, todas ellas sobre baterías de rechazo localizadas en el proceso de ubicación inicial.

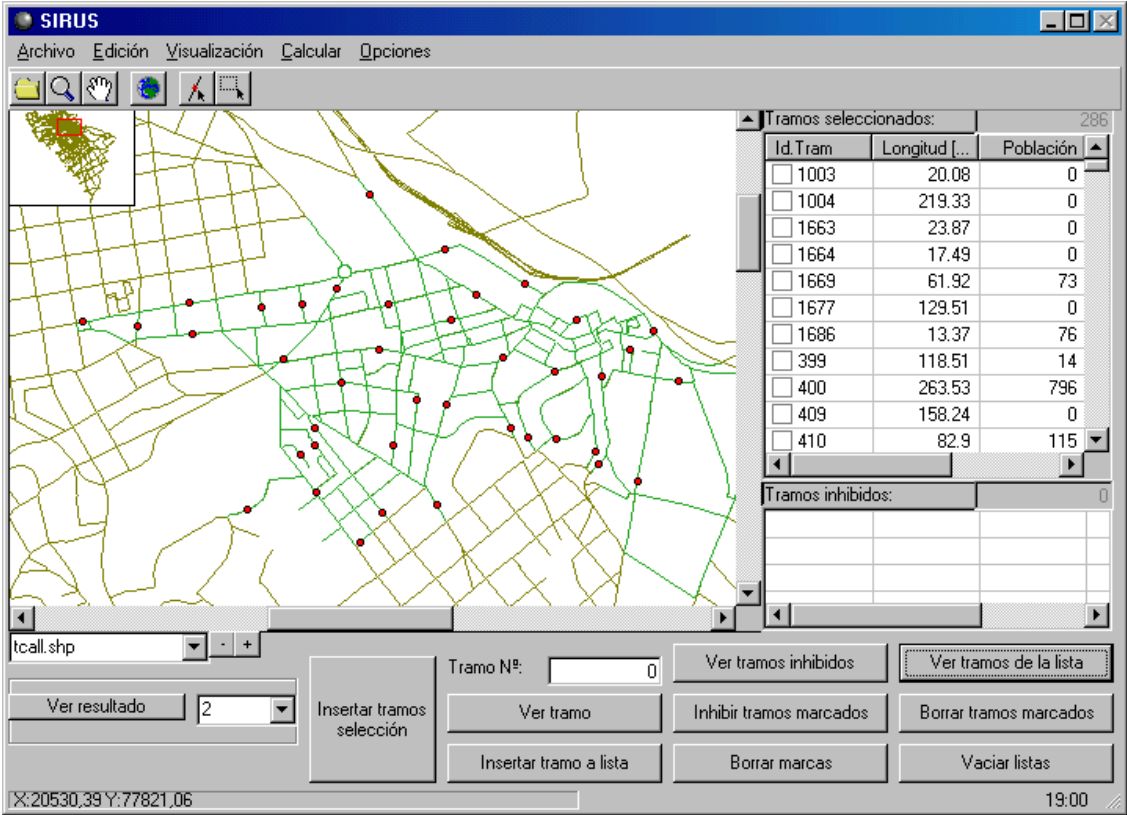


Gráfico 15.13: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de selectiva del sector 2

Los resultados que caracterizan esta distribución son ligeramente superiores a los del sector 1 para el caso de las fracciones selectivas.

<b>Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 2</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	40 baterías
Distancia media habitante – batería	69,79 metros
Distancia máxima habitante – batería	190,55 metros
Distancia media entre baterías	94,52 metros
Cobertura de tramos con población	15.699 metros

Tabla 15.19: Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 2

La distancia media aumenta en 10 metros respecto a la distribución de iglúes del sector 1, y es que con el mismo número de baterías es necesario cubrir 5.000 metros más de entramado de calles.

El recorrido máximo de supera en más de 50 metros el valor alcanzado en el primer sector de Sant Boi, pero permanece más de 100 metros por debajo del límite marcado en el PMGRM.

La Tabla 15.20 resume todos los parámetros máximos de la distribución propuesta para la recogida de selectiva en el sector 2 de Sant Boi de Llobregat:

<b>Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector 2</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 1.111	471,60 m. de 839-1
Habitante más perjudicado	764	190,55 metros
Batería con más población asociada	batería 680-1	1.223 habitantes
Batería con más cobertura	batería 680-1	1.020,64 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 400-2	284,01 m. de 399-1

Tabla 15.20: Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector

Los valores máximos de la distribución de baterías del sector 2 se acumulan en una de las baterías que dispone de la mayor población asignada, a la vez que debe cubrir una mayor longitud de tramos.

La Tabla 15.21 y el Gráfico 15.14 reparten la población de Sant Boi según la distancia que deben recorrer hasta su iglú más cercano, considerando que todos ellos se ubican en un mismo punto, el que indica la posición de la batería de rechazo sobre el plano del sector.

Los datos del histograma indican que, prácticamente el 55 % de la población recorre menos de 75 metros, y el 78 % menos de 100 metros.

<b>Datos del nuevo histograma de la población del sector 2 para la selectiva</b>								
<i>Interv.</i>	<i>0-25 [m]</i>	<i>25-50</i>	<i>50-75</i>	<i>75-100</i>	<i>100-125</i>	<i>125-150</i>	<i>150-175</i>	<i>175-200</i>
% Hab.	15,22	17,93	20,30	23,79	14,98	6,17	1,24	0,37
Pobl.	2.179	2.568	2.908	3.407	2.166	862	178	53
% H. Ac.	15,22	33,15	53,45	77,24	92,22	98,39	99,63	100,00
P. Ac.	2.179	4.747	7.655	11.062	13.228	14.090	14.268	14.321

Tabla 15.21: Datos del nuevo histograma de la población del sector 2 para la selectiva

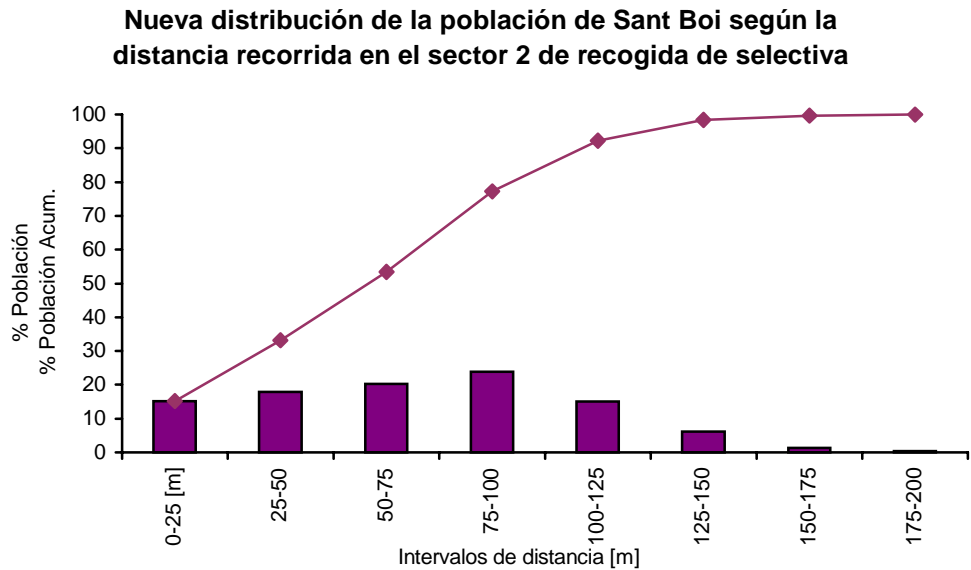


Gráfico 15.14: Nuevo histograma de distancias para la selectiva en el sector 2

**15.1.2.3 Nuevas baterías de selectiva en el sector 3**

La aplicación de SIRUS encargada de distribuir baterías de selectiva ofrece una localización para el sector 3 como la reflejada en el Gráfico 15.15:

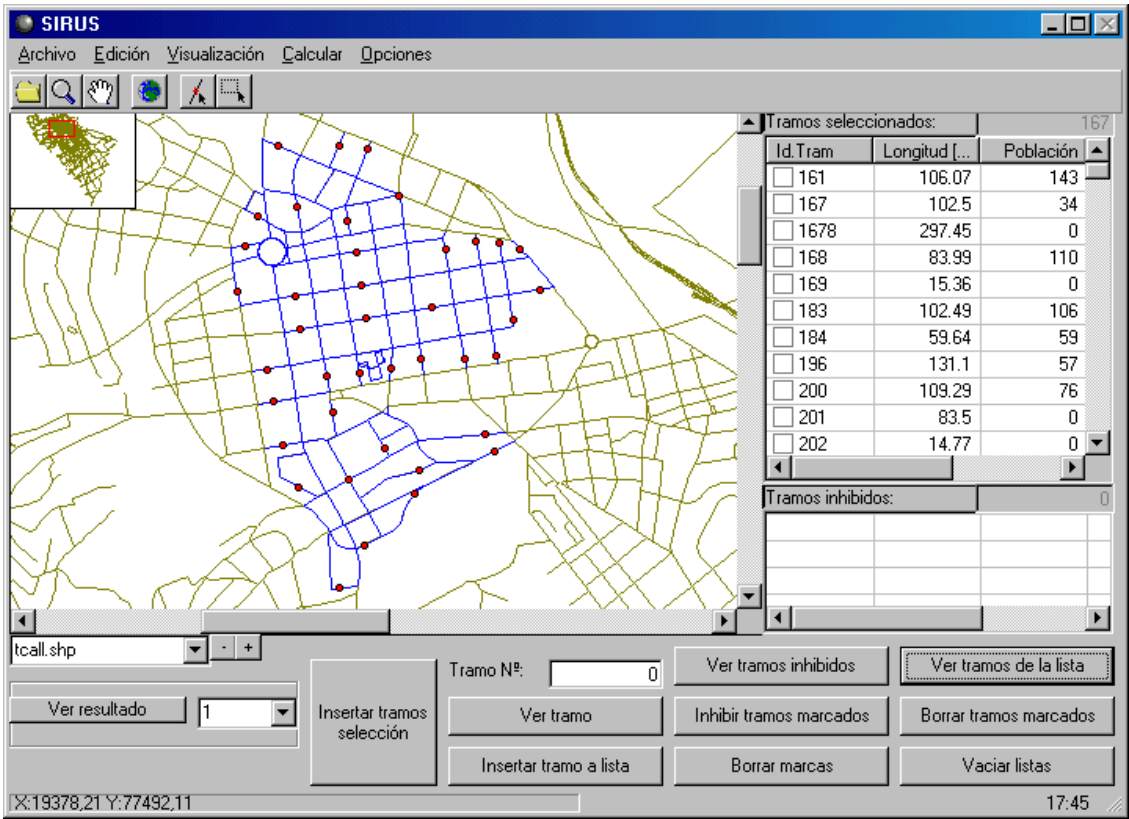


Gráfico 15.15: Pantalla con la nueva distribución de las baterías de selectiva del sector 3

La Tabla 15.22 muestra los resultados generales que caracterizan la distribución de los iglúes verdes, azules y amarillos en el sector 3.

<b>Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de baterías	40 baterías
Distancia media habitante – batería	69,40 metros
Distancia máxima habitante – batería	174,80 metros
Distancia media entre baterías	79,75 metros
Cobertura de tramos con población	11.266 metros

Tabla 15.22: Resultados generales de las nuevas baterías de selectiva en el sector 3

Los resultados generales presentan unos rangos intermedios, es decir, los valores propuestos se encuentran entre los obtenidos para el caso del sector 1 y los del sector 2. Así pues, siguen cumpliendo los mínimos exigidos por las entidades encargadas del cumplimiento de la normativa en cuanto a residuos municipales se refiere.

En esta ocasión el entramado de calles a cubrir supera la longitud total del sector 1, pero está muy por debajo del sector 2. Así pues, con las 40 baterías disponibles se proponen unos valores intermedios.

La Tabla 15.23 resume todos los parámetros máximos de la distribución propuesta para la recogida de selectiva en el sector 3 en el municipio de Sant Boi de Llobregat:

<b>Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Identificador</i>	<i>Valores</i>
Nodo más alejado de su batería más próxima	nodo 309	170,37 m. de 695-1
Habitante más perjudicado	344	174,80 metros
Batería con más población asociada	batería 312-1	1.163 habitantes
Batería con más cobertura	batería 723-2	612,62 metros
Batería con la batería vecina más alejada	batería 662-1	286,02 m. de 695-1

Tabla 15.23: Resultados particulares de las nuevas baterías de selectiva en el sector

La batería con mayor población ofrece un nivel muy parecido al de los sectores anteriores, pero para la batería con más cobertura esta condición no permanece, y el valor es relativamente inferior a los dos primeros.

La población de Sant Boi residente en el sector 3 debe efectuar unos desplazamientos hasta su iglú más cercano, que en ningún caso, superan los 175 metros. En la Tabla 15.24 y el Gráfico 15.16 se muestra el histograma y los datos del mismo.

Los datos del histograma indican que, prácticamente el 55 % de la población recorre menos de 75 metros, y el 81 % menos de 100 metros.

<b>Datos del nuevo histograma de la población del sector 3 para la selectiva</b>							
<i>Interv.</i>	<i>0-25 [m]</i>	<i>25-50</i>	<i>50-75</i>	<i>75-100</i>	<i>100-125</i>	<i>125-150</i>	<i>150-175</i>
% Hab.	13,97	14,48	25,88	26,85	12,90	4,94	0,98
Pobl.	2.690	2.790	4.986	5.170	2.486	952	188
% Hab. Ac.	13,97	28,45	54,33	81,18	94,08	99,02	100,00
Pobl. Ac.	2.690	5.480	10.466	15.636	18.122	19.074	19.262

Tabla 15.24: Datos del nuevo histograma de la población del sector 3 para la selectiva



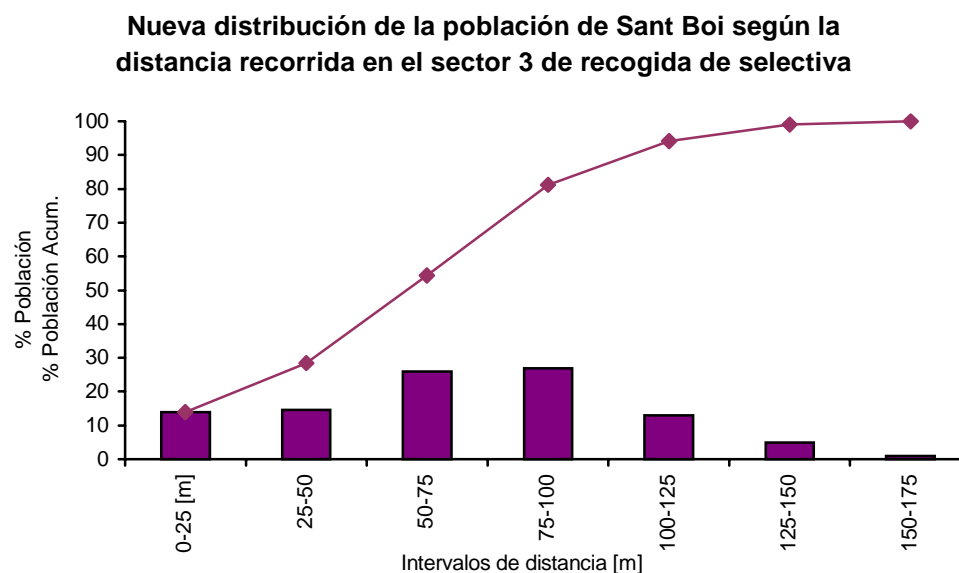


Gráfico 15.16: Nuevo histograma de distancias para la selectiva en el sector 3

#### 15.1.2.4 Nuevas baterías de selectiva en los sectores 4 y 5

Las nuevas distribuciones de baterías de selectiva no tienen ningún sentido en los sectores 4 y 5, ya que la valoración numérica de la propuesta pondría de manifiesto las inconexiones existentes en el entramado de calles de ambos sectores. Así pues, la asignación de baterías de las fracciones correspondientes al papel, vidrio y envases se aparta de las propuestas.

### 15.2 Los contenedores

El segundo de los elementos característicos de un sistema de recogida de las fracciones selectivas es el iglú, es decir, el contenedor destinado a almacenar el papel, el vidrio y los envases. Estos tampoco se evaluarán en este apartado, tanto por su constante evolución en los porcentajes de recogida y participación ciudadana, como por su heterogeneidad en las tres fracciones analizadas.

Por el contrario, toda la población participa en la generación y eliminación del rechazo. Así pues, es necesario que una de las aplicaciones de SIRUS evalúe el funcionamiento y el rendimiento de los contenedores a partir de unos datos de entrada referentes al residuo generado.

La técnica utilizada para la evaluación de los contenedores de rechazo de cada sector se detalla en el Anexo II, y a continuación, se presentan los resultados más destacados de la propuesta de soluciones.

El orden de presentación de los resultados generales de la propuesta de contenedores se realiza únicamente para el rechazo, y los tres primeros sectores siguiendo el orden lógico:

- Sector 1.
- Sector 2.
- Sector 3.

El rechazo es la fracción más común, y de la que se disponen más datos y más concretos. Así pues, la memoria de la gestión de residuos de 1.998 permite extraer los siguientes valores.

<b>Generación de rechazo en los 5 sectores de Sant Boi</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valor</i>
Fracción	Rechazo
Volumen contenedor	1,1 m <sup>3</sup>
Plazo de recogida	1 día (recogida diaria)
Densidad del residuo	104,84 kg/m <sup>3</sup>
Masa diaria por habitante	1,12 kg/habitante-día
Grado de participación	100 %
Distancia de solapamiento	-
Factor máximo de llenado	500 %

Tabla 15.25: Generación de rechazo en los 5 sectores de Sant Boi

### 15.2.1 Contenedores nuevos de rechazo en el sector 1

La aplicación de SIRUS que estima el número de contenedores, ofrece el conjunto de resultados generales en una única pantalla.

Los resultados más interesantes de la propuesta son el número de contenedores totales, observar que se recoge en los contenedores todo el rechazo generado, y que se cumplen los máximos fijados por el PMGRM de la Junta de Residus y la Entitat del Medi Ambient en cuanto a número de habitantes por contenedor.

Esta pantalla se puede visualizar en el Gráfico 15.17 para el caso concreto de las baterías de rechazo en el sector 1.

**Reparto de contenedores en baterías**

Resultados del reparto

Población total del sector: 18120 Volumen total del residuo del sector[m3]: 174,23

Población potencial del sector: 18120 Volumen de servicio del residuo [m3]: 174,23

Población activa del sector: 18120 Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100

Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 174,23

Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 68,38 Habitantes totales (máximo): 85,5

Habitantes activos por contenedor (medio): 68,38 Habitantes activos (máximo): 85,5

Nº medio de contenedores por batería: 2,62 Nº máximo de contenedores: 7

Factor de llenado medio de contenedores: 0,6 Factor de llenado máximo: 0,75

N.Bat.	Id.Bat.	Vol.Ba...	N.Cont.	N.Con...	Vol.Se...	F.Llen...	Pobl.	Hab/...	Ha/C...
1	1009 - 1	1.37	2	2	1.37	62	142	71	71
2	1010 - 1	1.64	2	4	1.64	75	171	85,5	85,5
3	1011 - 1	1.97	3	7	1.97	60	205	68,33	68,33
4	1012 - 1	1.06	2	9	1.06	48	110	55	55

Estimación del número de contenedores: Espacial

Guardar Cerrar

Gráfico 15.17: Pantalla de resultados de la propuesta de contenedores de rechazo del sector 1

El resumen de los resultados extraídos de la pantalla del Gráfico 15.17 se presenta en la Tabla 15.26:

<b>Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 1</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	265 contenedores
Población total, potencial y activa	18.120 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	174,23 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	174,23 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	174,23 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	68,38 habitantes/contenedor
Número máximo de habitantes por contenedor	68,38 habitantes/contenedor
Número medio de contenedores por batería	2,62 contenedores/batería
Número máximo de contenedores por batería	7 contenedores/batería
Factor de llenado medio	60 %
Factor de llenado máximo	75 %

Tabla 15.26: Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 1

La disposición de todo el rechazo en los contenedores asegura una reducción del impacto ambiental y visual de los residuos y las baterías en las calles de Sant Boi, y más concretamente, en las correspondientes a este primer sector.

La asignación de población a las baterías (realizada en la propuesta de distribuciones) desemboca en la necesidad de un número mayor o menor de contenedores. La técnica utilizada para la asignación es directa, y requiere tantos contenedores como sean necesarios para hacer frente a la demanda particular de cada batería.

El número máximo de unidades en una batería alcanza los 7 contenedores, en un único caso, y se mantiene por debajo del máximo detectado en la valoración actual, donde una batería reunía a un total de 8 contenedores.

El factor de llenado máximo no supera en ninguna ocasión el 75 % máximo fijado en los datos iniciales, y el promedio de conjunto se sitúa en el 60 %, un rendimiento mejorable con un refinamiento posterior de la solución.

Los máximos calculados en cada una de estas tres propiedades: número de habitantes por contenedor, número de contenedores por batería y factor de llenado, se recogen en la Tabla 15.27 aunque el identificador sólo se presenta para la batería con más contenedores de rechazo asociados.

<b>Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 1</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por contenedor	85,5 habitantes/contenedor	-
Número máximo de contenedores por batería	7 contenedores/batería	997-1
Factor de llenado máximo	75 %	-

Tabla 15.27: Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 1

### 15.2.2 Contenedores nuevos de rechazo en el sector 2

Los resultados generales de la propuesta y estimación de contenedores para el sector 2 se desarrolla en la misma aplicación de SIRUS que para el sector 1 y, evidentemente, refleja todos los valores en una única pantalla.

Nuevamente se cumplen los objetivos fijados antes de la ejecución de la aplicación: el número de contenedores requeridos, observar que se recoge en los contenedores todo el rechazo generado, y que cumplir los máximos fijados por el PMGRM.

**Reparto de contenedores en baterías**

Resultados del reparto

Población total del sector: 14321 Volumen total del residuo del sector[m3]: 137,7  
 Población potencial del sector: 14321 Volumen de servicio del residuo [m3]: 137,7  
 Población activa del sector: 14321 Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100  
 Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 137,7  
 Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 62 Habitantes totales (máximo): 90,67  
 Habitantes activos por contenedor (medio): 62 Habitantes activos (máximo): 90,67  
 Nº medio de contenedores por batería: 1,72 Nº máximo de contenedores: 7  
 Factor de llenado medio de contenedores: 0,54 Factor de llenado máximo: 0,79

N.Bat.	Id.Bat.	Vol.Ba...	N.Cont.	N.Con...	Vol.Se...	F.Llen...	Pobl.	Hab/...	Ha/C...
1	1669 - 1	0.88	2	2	0.88	40	91	45.5	45.5
2	399 - 1	0.37	1	3	0.37	33	38	38	38
3	400 - 1	3.41	4	7	3.41	78	355	88.75	88.75
4	400 - 2	3.35	4	11	3.35	76	348	87	87

Estimación del número de contenedores: Espacial

Guardar Cerrar

Gráfico 15.18: Pantalla de resultados de la propuesta de contenedores de rechazo del sector 2

El resumen de los resultados extraídos de la pantalla del Gráfico 15.18 se presenta en la Tabla 15.28:

Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 2	
Concepto	Valores
Número de contenedores	240 contenedores
Población total, potencial y activa	14.321 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	137,70 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	137,70 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	137,70 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	62,00 habitantes/contenedor
Número máximo de habitantes por contenedor	90,67 habitantes/contenedor
Número medio de contenedores por batería	1,72 contenedores/batería
Número máximo de contenedores por batería	7 contenedores/batería
Factor de llenado medio	54 %
Factor de llenado máximo	74 %

Tabla 15.28: Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 2

La disposición de todo el rechazo en los contenedores se repite, y por lo tanto, se asegura una reducción del impacto ambiental y visual.

La asignación de población a las baterías (realizada en la propuesta de distribuciones) desemboca en la necesidad de un número mayor o menor de contenedores. La técnica utilizada para la asignación es directa, y requiere tantos contenedores como sean necesarios para hacer frente a la demanda particular de cada batería.

El número máximo de unidades en una batería vuelve a ser de 7 contenedores en un único caso, y se mantiene por debajo del máximo detectado en la valoración actual, donde una batería reunía a un total de 8 contenedores.

El factor de llenado máximo no se aprovecha hasta su nivel más alto puesto que ninguna batería alcanza el 75 %. Además, el llenado medio se sitúa en el 54 %, muy lejos del 60 % obtenido en el primer sector analizado. Los máximos calculados en cada una de estas tres propiedades: número de habitantes por contenedor, número de contenedores por batería y factor de llenado, se recogen en la Tabla 15.29:

<b>Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 2</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por contenedor	90,6 <sup>habitantes</sup> / <sub>contenedor</sub>	-
Número máximo de contenedores por batería	7 <sup>contenedores</sup> / <sub>batería</sub>	519-1
Factor de llenado máximo	74 %	-

Tabla 15.29: Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 2

### 15.2.3 Contenedores nuevos de rechazo en el sector 3

La pantalla de resultados generales para la estimación del número de contenedores y evaluación de su rendimiento, es la siguiente para el sector 3.

**Reparto de contenedores en baterías**

Resultados del reparto

Población total del sector: 19262    Volumen total del residuo del sector[m3]: 185,21

Población potencial del sector: 19262    Volumen de servicio del residuo [m3]: 185,21

Población activa del sector: 19262    Porcentaje volumétrico de servicio [%]: 100

Habitantes totales por contenedor (medio): 67,59    Volumen de residuo ubicado en contenedores [m3]: 185,21

Habitantes activos por contenedor (medio): 67,59    Porcentaje volumétrico en contenedores [%]: 100

Nº medio de contenedores por batería: 2,59

Factor de llenado medio de contenedores: 0,59

Habitantes totales (máximo): 85

Habitantes activos (máximo): 85

Nº máximo de contenedores: 8

Factor de llenado máximo: 0,74

N.Bat.	Id.Bat.	Vol.Ba...	N.Cont.	N.Con...	Vol.Se...	F.Llen...	Pobl.	Hab/...	Ha/C...
28	321 - 1	0.39	1	60	0.39	36	41	41	41
29	336 - 1	6.26	8	68	6.26	71	651	81.38	81.38
30	337 - 1	1.21	2	70	1.21	55	126	63	63
31	338 - 1	2.02	3	73	2.02	61	210	70	70

Estimación del número de contenedores    Espacial

Guardar    Cerrar

Gráfico 15.19: Pantalla de resultados de la propuesta de contenedores de rechazo del sector 3

El resumen de los resultados extraídos de la pantalla del Gráfico 15.19 se presenta en la Tabla 15.30:

<b>Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 3</b>	
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>
Número de contenedores	285 contenedores
Población total, potencial y activa	19.262 habitantes
Volumen total de residuo en el sector	185,21 m <sup>3</sup> /día
Volumen de servicio en el sector	185,21 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de servicio	100,00 %
Volumen de residuo en contenedores	185,21 m <sup>3</sup> /día
Porcentaje volumétrico de residuo en contenedores	100,00 %
Número medio de habitantes por contenedor	67,59 habitantes/contenedor
Número máximo de habitantes por contenedor	85,00 habitantes/contenedor
Número medio de contenedores por batería	2,59 contenedores/batería
Número máximo de contenedores por batería	8 contenedores/batería
Factor de llenado medio	59 %
Factor de llenado máximo	74 %

Tabla 15.30: Resultados generales de los nuevos contenedores de rechazo en el sector 3

El análisis de todos los valores desemboca en un resultado idéntico al de los sectores anteriores, con la única salvedad, que en esta ocasión, el número máximo de contenedores en una batería se incrementa en una unidad.

Los máximos calculados en cada una de estas tres propiedades: número de habitantes por contenedor, número de contenedores por batería y factor de llenado, se recogen en la Tabla 15.31:

<b>Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 3</b>		
<i>Concepto</i>	<i>Valores</i>	<i>Ubicación</i>
Número máximo de habitantes por contenedor	85,0 habitantes/contenedor	-
Número máximo de contenedores por batería	8 contenedores/batería	336-1 y 636-1
Factor de llenado máximo	74 %	-

Tabla 15.31: Valores máximos de los contenedores nuevos de rechazo en el sector 3

## Bibliografia

Bautista, J.; Palanques, D.; Ortiz, A. (1999); "SIRUS Informe 0". *Documento interno de trabajo*. UPC. Barcelona.

- Documentos :
- [1] Memoria, IOC-DT.C/1999-10
  - [2] Anexo I. Programación, IOC-DT.C/1999-11
  - [3] Anexo II. Datos, IOC-DT.C/1999-12
  - [4] Anexo III. Estimaciones, IOC-DT.C/1999-12

Bautista, J.; Palanques, D.; Ortiz, A. (1999); "Evolución de necesidades de contenedores de rechazo en el marco del PMGRM en el municipio de Sant Boi de Llobregat". *Documento interno de trabajo*. UPC. Barcelona.

- Documentos: [1] Informe, IOC-DT.C/1999-15
- [2] Memoria y Anexo: IOC-DT.C/1999-16

Bautista, J.; Palanques, D.; Ortiz, A. (1999); "Propuesta de una metodología para determinar la composición del residuo generado por actividades comerciales". *Documento interno de trabajo* IOC-DT.I/1999-06. UPC. Barcelona.

Bautista, J. (2000); "SIRUS: Sistema integrado de recogida urbana selectiva". *Actas Jornadas Técnicas de la ANEPMA "Cultura de los residuos sólidos en el siglo XXI"*. Lorca 11 y 12 de Mayo de 2000.